



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO  
TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

JOONAS GÖÖS  
TYÖMAAN ALOITUS- JA RAKENTAMISVAIHEESEEN LIITTYVIEN  
TOIMENPITEIDEN KEHITTÄMINEN OMAPERUSTEISESSA ASUN-  
TOTUOTANNOSSA

Diplomityö

Tarkastaja: professori Arto Saari,  
Tarkastaja ja aihe hyväksytty  
29. lokakuuta 2018

## TIIVISTELMÄ

**JOONAS GÖÖS:** Työmaan aloitus- ja rakentamisvaiheeseen liittyvien toimenpiteiden kehittäminen omaperusteisessa asuntotuotannossa

Tampereen teknillinen yliopisto

Diplomityö, 51 sivua, 3 liitesivua

Lokakuu 2018

Rakennustekniikan diplomi-insinöörin tutkinto-ohjelma

Pääaine: Rakennustuotanto ja -talous

Tarkastaja: professori Arto Saari

Ohjaaja: tohtorikoulutettava Ulrika Uotila

**Avainsanat:** Tuotannonhallinta, tuotannonohjaus, aloitusedellytykset, rakentamisvaihe, rakentamisen valmistelu, lean-rakentaminen

Diplomityön päätavoitteena oli selvittää ja koota rakennusliikkeelle malliaineisto asiakirjoista ja dokumenteista, mitkä pitää olla valmiina ennen rakennustöiden aloittamista, jotta töiden suorittaminen on mahdollista toteuttaa turvallisesti ja laadukkaasti. Toisena tavoitteena oli pyrkiä löytämään kerrostalohankkeen tärkeät työvaiheet, joiden aloitusedellytykset halutaan varmistaa.

Tavoitteeseen pääsemiseksi pyrittiin ensimmäiseksi selvittämään aloitusvaiheen viranomaismääräykset ja niiden täyttäminen. Toiseksi selvitettiin kerrostalon rakentamisvaiheet ja niiden ydinkohdat. Pyrkimyksenä oli luoda yhtenäisiä käytäntöjä rakennustyömaan aloittamiseen sekä tuotannonohjaukseen.

Tutkimus oli kvalitatiivinen, jonka teoreettinen osa koostuu kirjallisuustutkimuksesta sekä haastattelututkimuksesta. Työmaan aloitusedellytyksiin ja rakentamisvaiheen tuotannonohjaukseen liittyen haastateltiin kohdeyrityksen projektipäälliköitä sekä vastaavia työnjohtajia. Haastattelut olivat teemahaastattelupohjaisia.

Tutkimuksen perusteella rakennustyömaan aloitusvaihe on monivaiheinen prosessi, johon liittyvät viranomaisten edellyttämät toimet ja säädökset sekä työmaatoimintojen käynnistäminen. Omaperusteisen asuntotuotannon aloitusvaiheessa korostuu suunnitelmien valmistuminen oikea-aikaisesti kriittisten hankintojen tueksi.

Kerrostalohankkeen tuotannonhallinta saadaan toimivaksi vaiheistamalla rakennustyöt riittävän pieniksi hallittaviksi kokonaisuuksiksi. Kerrostalorakentamisen vaiheistamisen ytimenä on valita rakentamiselle keskeiset välitavoitteet, ja määrittää toimenpiteet haluttuun tavoitteeseen pääsemiseksi.

## ABSTRACT

**JOONAS GÖÖS:** Improving the Construction Site Operations of Developer Contracting in Start-up and Construction Phase

Tampere University of Technology

Master of Science Thesis, 51 pages, 3 Appendix pages

October 2018

Master's Degree Programme in Civil Engineering

Major: Construction Management and Economics

Examiner: Professor Arto Saari

Instructor: Doctoral Student Ulrika Uotila

**Keywords:** production management, production control, starting conditions, construction phase, preparation of construction, lean construction

The main goal of the thesis was to find out and gather the example data of the documents for the construction company that must be ready before the construction work begins so that the construction work can be accomplished safely and with high quality. Another aim was to find out the important work steps of apartment building project whose starting conditions are wanted to guarantee.

To reach this goal, the authority regulations of start-up phase and their implementation were found out. Next, the core phases of apartment building phase were determined. The aim was to create uniform practices for start-up and construction phases of the construction site.

The research was qualitative and its theoretical part consists of a literature research and an interview research. The target company's project managers and responsible site managers were interviewed regarding the start-up conditions of the construction site and the production management of the construction phase. The interviews were theme-based.

According this research, the start-up phase of the construction site is a multi-stage process that involves the actions required by the authorities and launching the construction site operations. During the start-up phase of developer contracting, the emphasis is on timely completion of plans to support critical purchases.

Production management of the apartment building project could be made more effective by phasing the construction work into small, manageable pieces. In apartment building phases it is central to select key milestones for construction, and to define the operations to reach the desired goal.

## ALKUSANAT

Haluan kiittää tutkimuksen toimeksiantajaa T2H Rakennus Oy:tä mielenkiintoisesta tutkimusaiheesta ja mahdollisuudesta tehdä tutkimusta päivätöiden ohessa. Kiitos myös työtäni T2H Rakennus Oy:n puolesta ohjanneelle Matias Tuomivaaralle sekä haastatteluihin osallistuneille T2H Rakennus Oy:n henkilöstölle positiivisesta ja kannustavasta suhtautumisesta diplomityöhöni.

Erityiskiitokset haluan esittää Ulrika Uotilalle diplomityöni ohjauksesta ja kattavista kommenteista. Arto Saarta kiitän osallistumisesta diplomityöni arvosteluun ja tarkastukseen. Lopuksi haluan kiittää perhettäni ja ystäviäni tuesta ja kannustuksesta opintojeni aikana.

Vantaalla, 29.10.2018

Joonas Göös

# SISÄLLYSLUETTELO

1.	JOHDANTO .....	1
1.1	Tutkimuksen tausta .....	1
1.2	Tutkimuksen tavoitteet ja rajaukset.....	1
1.3	Tutkimusmenetelmät ja tutkimuksen suoritus.....	2
1.4	Tutkimusraportin rakenne .....	2
2.	RAKENNUSTYÖMAAN ALOITTAMINEN .....	3
2.1	Rakennustyömaan viranomaisvaatimukset .....	3
2.1.1	Rakennushankkeeseen ryhtyvän huolehtimisvelvollisuus .....	3
2.1.2	Aloituskokous .....	3
2.1.3	Rakennustyön tarkastusasiakirja .....	5
2.1.4	Viranomaiskatselmukset .....	5
2.1.5	Kunnan rakennusjärjestys .....	5
2.2	Muut aloitusvaiheen toimenpiteet .....	7
3.	TUOTANNONOHJAUS RAKENTAMISVAIHEESSA.....	9
3.1	Projektiluonteisuus .....	9
3.2	Tuotannonhallinta.....	11
3.3	Tuotannonohjaus .....	12
3.4	Aikataulusuunnittelu .....	14
3.4.1	Hankkeen aikataulut.....	15
3.4.2	Aikataulusuunnittelun vaiheet.....	16
3.5	Tehtäväsuunnittelu .....	19
3.6	Laadunhallinta .....	22
3.7	Rakennustyömaan hyvät käytännöt.....	25
3.8	Lean-rakentaminen.....	27
4.	TUTKIMUSMENETELMÄ .....	31
5.	HAASTATTELUTUTKIMUKSEN TULOKSET .....	33
5.1	Työmaan aloittaminen .....	33
5.2	Viranomaisvaatimusten täyttäminen .....	34
5.3	Työmaan aloittamisen haasteet .....	36
5.4	Aloituskokoukseen valmistautuminen .....	37
5.5	Rakentamisen vaiheistus .....	39
6.	KEHITYSEHDOTUKSET .....	41
6.1	Rakennustyömaan aloitusedellytykset .....	41
6.2	Rakennustyömaan vaiheistaminen .....	45
7.	YHTEENVETO .....	49
7.1	Tutkimuksen tarkastelu .....	49
7.2	Tulosten tarkastelu .....	49
7.3	Jatkotutkimusehdotukset .....	50
	LÄHTEET .....	52

LIITE A: ALOITUSVAIHEEN MUISTILISTA

LIITE B: KERROSTALORAKENTAMISEN VAIHEISTUS -OHJE

## KUVALUETTELO

<b>Kuva 1.</b>	<i>Työmaan aloittamisen muistilista (Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy 2016)</i> .....	8
<b>Kuva 2.</b>	<i>Rakennustoiminnan erityispiirteet (mukaillen Peltonen &amp; Kiiras 1998)</i> .....	9
<b>Kuva 3.</b>	<i>Talonrakennushankkeen vaiheet (mukaillen RT 10-11224)</i> .....	10
<b>Kuva 4.</b>	<i>Projektihallinnan prosessiryhmät (Ratu KI-6021, 2013 lähteestä Construction Extension to The PMBOK® Guide)</i> .....	10
<b>Kuva 5.</b>	<i>Rakennustyömaan tuotannon suunnittelu ja ohjaus (mukaillen Ratu S-1229, 2011)</i> .....	12
<b>Kuva 6.</b>	<i>Tuotannonohjausjärjestelmän periaate (mukaillen Junnonen 2010)</i> .....	13
<b>Kuva 7.</b>	<i>Tuotannosuunnittelun keskiö (Ratu KI-6020 pohjalta)</i> .....	14
<b>Kuva 8.</b>	<i>Rakennushankkeen aikataulusuunnittelun eteneminen (Ratu KI-6031, 2017)</i> .....	15
<b>Kuva 9.</b>	<i>Ajallisen suunnittelun kulku (Ratu KI-6028 2015)</i> .....	16
<b>Kuva 10.</b>	<i>Lohkojaon vaikutus hankkeen kestoon (Ratu KI-6028 2015)</i> .....	17
<b>Kuva 11.</b>	<i>Yleisaikataulu jana-aikatauluna (T2H Rakennus Oy)</i> .....	18
<b>Kuva 12.</b>	<i>Paikka-aikakaavion periaatteet (Ratu KI-6028 2015)</i> .....	19
<b>Kuva 13.</b>	<i>Hyvän aikataulun tunnuspiirteet (Kankainen &amp; Kolhonen 2001)</i> .....	19
<b>Kuva 14.</b>	<i>Tehtäväsuunnittelu Demingin ympyrä -mallin mukaan (Ratu S-1228 2010)</i> .....	20
<b>Kuva 15.</b>	<i>Tehtäväsuunnittelun lähtötiedot (Ratu S-1228 2010)</i> .....	21
<b>Kuva 16.</b>	<i>Rakentamisen laadun osatekijät (mukaillen Kankainen &amp; Junnonen 2001)</i> .....	23
<b>Kuva 17.</b>	<i>Rakennushankkeen eri osapuolten roolit laadunvarmistuksessa (Ratu KI-6029)</i> .....	24
<b>Kuva 18.</b>	<i>Esimerkki T2H Rakennus Oy:n tarkastusasiakirjasta (Huhdanpää 2014)</i> .....	25
<b>Kuva 19.</b>	<i>Aloitusedellytykset (Koskenvesa et al. 2015)</i> .....	26
<b>Kuva 20.</b>	<i>Tärkeimmät rakennustyön turvallisuuskäytännöt (Lappalainen et al. 2003 pohjalta)</i> .....	27
<b>Kuva 21.</b>	<i>Tehtävän edellytykset (Koskela &amp; Koskenvesa 2003b)</i> .....	29
<b>Kuva 22.</b>	<i>Käännetyin vaiheaikataulun laatiminen</i> .....	30
<b>Kuva 23.</b>	<i>Aloituskokousta edeltävät toimenpiteet</i> .....	42
<b>Kuva 24.</b>	<i>Rakennustyömaan aloitusvaiheen viranomaisvaatimukset</i> .....	43
<b>Kuva 25.</b>	<i>Liittymäsopimusten syntyminen</i> .....	44
<b>Kuva 26.</b>	<i>Aloitusvaiheen tärkeitä toimenpiteitä</i> .....	45
<b>Kuva 27.</b>	<i>Käännetyin vaiheaikataulun teoria välitavoitteineen</i> .....	46
<b>Kuva 28.</b>	<i>Kerrostalon rakentamisvaiheet</i> .....	46
<b>Kuva 29.</b>	<i>Kerrostalon sisätyövaiheen edistymisen ovia sulkemalla</i> .....	47
<b>Kuva 30.</b>	<i>Kerrostalon rakentamisvaiheiden ydinkohdat</i> .....	48

# 1. JOHDANTO

## 1.1 Tutkimuksen tausta

Kasvuvaiheessa yritystoiminnan kehittäminen painottuu tuotteesta prosesseihin. Tuote on usein pitkälle vakioitu, jolloin haetaan ja painotetaan tehokkaampia järjestelmiä valmistuksessa. Tehokkuutta tuo tuotannon tehtävien täsmällisempi määrittely toimenkuvauksin ja työsuorituksia standardoimalla. (Lindell 2007, s. 245-248) Rakennusprosessi on monivaiheinen, joten usean yhtäaikaisen rakennushankkeen toteuttaminen vaatii yritykseltä yhteneväisiä toimintatapoja tuotannonhallintaan. Kohdeyrityksenä toimiva T2H Rakennus Oy on kasvuyritys, joten tutkimuksen tarkoituksena on luoda hyviä ja laadukkaita toimintatapoja tulevaisuuteen.

## 1.2 Tutkimuksen tavoitteet ja rajaukset

Tutkimus liittyy rakennushankkeen rakentamisen valmisteluun sekä rakentamisvaiheen tuotannonohjaukseen. Tutkimuksen tavoitteena on selvittää ja koota rakennusliikkeelle malliaineisto asiakirjoista ja dokumenteista, mitkä pitää olla valmiina ennen rakennustöiden aloittamista, jotta rakennustyöt pystytään suorittamaan turvallisesti ja laadukkaasti. Samalla perehdytään rakentamisvaiheen tuotannonohjaukseen, ja pyritään löytämään kerrostalohankkeen tärkeät työvaiheet, joiden aloitusedellytykset halutaan varmistaa. Aineisto on tarkoitus koota syksyllä 2018 aloitettavalle T2H Rakennus Oy:n työmaalle As Oy Sipoon Rubiini.

Tutkimus pohtii, mitkä asiat tulee huomioida ennen kuin rakennustyöt aloitetaan sekä mitkä työvaiheet ovat kriittisiä kerrostalohankkeessa. Tarkoituksena on kerätä kaikki tarvittavat lakisääteiset asiakirjat ja dokumentit, jotta rakennustyöt voidaan aloittaa turvallisesti ja laadukkaasti. Samalla pyritään löytämään kokemusten kautta hyväksi havaitut käytännöt ja näiden kautta muodostaa rakennusliikkeelle selkeä ja yhteneväinen malliaineisto, jota pystytään hyödyntämään tulevilla rakennushankkeilla.

Tutkimuksen tavoitteena on koota teemahaastatteluiden kautta toimenpiteet rakennushankkeen turvalliseen ja laadukkaaseen aloittamiseen. Tutkimuksen yhtenä tuloksena on muistilista rakennusprojektin aloitusvaiheeseen. Toisena tuloksena on muodostaa kohdeyritykselle ohje kerrostalorakentamisen vaiheistukselle, jossa olisi määritettynä rakentamiselle selkeät välitavoitteet sekä ydinkohdat kyseisiin tavoitteisiin pääsemiseksi.



### 1.3 Tutkimusmenetelmät ja tutkimuksen suoritus

Tutkimusmenetelmät ovat kirjallisuus- ja haastattelututkimus. Haastatteluita tehdään kohdeyrityksen johtohenkilöstölle, kuten projektipäälliköille, jotka valmistelevat projekteja sekä työmaan vastaaville työnjohtajille, joilta saadaan konkreettinen tieto työmaalta hyväksi havaituista käytännöistä työmaan turvallisuuteen, laadunhallintaan ja johtamiseen liittyen.

Tutkimuksen taustalla on pilottihanke, As Oy Sipoon Rubiini, joka on T2H Rakennus Oy:n kerrostalohanke Sipoossa. Tutkimuksessa kootaan aineisto tälle työmaalle, jonka avulla rakennustyöt voidaan aloittaa turvallisesti ja laadukkaasti. Tutkimuksen lopuksi on tarkoitus pitää työpaja, jossa esitetään yrityksessä sisäisesti saadut tulokset, ja samalla käydään läpi palautekeskustelu tutkimukseen liittyen.

### 1.4 Tutkimusraportin rakenne

Tutkimusraportti jakautuu kuuteen lukuun. Johdanto-osiossa käydään läpi tutkimuksen taustaa, tavoitteita sekä tutkimusmenetelmiä. Seuraavat luvut, 2 ja 3, ovat tutkimuksen teoriaosuutta. Ensimmäiseksi selvitetään rakentamista sääteleviä viranomaismääräyksiä, jotka ohjaavat rakentamista turvalliseen ja laadukkaaseen lopputulokseen. Teoriaosuuksessa esitellään myös rakentamisen tuotannonhallintaa, joka koostuu suunnittelusta, valvonnasta ja ohjauksesta. Lisäksi esitellään lyhyesti lean-rakentamista, joka on lean-ajattelun soveltamista rakennusalailla.

Teoriaosuuden jälkeen esitellään tutkimuksessa käytetyt tutkimusmenetelmät. Tutkimus on luonteeltaan kvalitatiivinen haastattelututkimus. Tutkimusmenetelmien esittelyn jälkeen luvussa 5 tuodaan esiin haastattelututkimuksesta saadut tulokset. Haastattelujen teemoina olivat työmaan aloittaminen sekä kerrostalorakentamisen vaiheistaminen. Luvussa 6 esitetään tutkimuksen tulokset, jotka koostuvat toimenpiteistä rakentamisen aloitus- ja rakentamisvaiheeseen.

Tutkimuksen viimeisessä luvussa tarkastellaan johtopäätöksiä, jotka sisältävät tutkimuksen ja tuotosten tarkastelun sekä jatkotutkimusehdotukset. Tavoitteiden saavuttamista tarkastellaan kriittisesti ja pohditaan tutkimuksen antia T2H Rakennus Oy:lle, joka toimii tutkimuksen kohdeyrityksenä.

## 2. RAKENNUSTYÖMAAN ALOITTAMINEN

### 2.1 Rakennustyömaan viranomaisvaatimukset

Viranomaisvalvonnan painopiste on siirtynyt viime vuosina varsinaisen rakennustyön valvonnasta siihen, että määräyksissä korostetaan rakennushankkeeseen ryhtyvän velvollisuutta huolehtia rakennuksen suunnittelusta ja rakentamisesta säännösten ja myönnetyn rakennusluvan mukaisesti. Varsinaisen rakennustyön viranomaisvalvonta alkaa rakennusvalvonnassa pidettävällä rakentamisen aloituskokouksella, jonka tarkoituksena on selvittää rakennushankkeeseen ryhtyvän edellytykset rakennushankkeen toteuttamiselle (Ympäristöministeriö 2015). Myös kunnat ja kaupungit säätelevät rakentamista omilla rakennusjärjestyksillä, joilla ohjataan rakennettua ympäristöä halutun näköiseksi.

#### 2.1.1 Rakennushankkeeseen ryhtyvän huolehtimisvelvollisuus

Maankäyttö- ja rakennuslain 119 § (2014) mukaan ”rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava siitä, että rakennus suunnitellaan ja rakennetaan rakentamista koskevien säännösten ja määräysten sekä myönnetyn luvan mukaisesti. Rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava myös siitä, että rakennushankkeessa on kelpoisuusvaatimukset täyttävät suunnittelijat ja työnjohtajat.”

Ympäristöministeriön laatiman Suomen rakentamismääräyskokoelman A1 (2006) mukaan rakennushankkeeseen ryhtyvän huolehtimisvelvollisuuteen kuuluu myös rakennustyön valvonta ja työn tarkastaminen riittävällä asiantuntemuksella ja ammattitaidolla, samoin kuin käytettävien rakennustuotteiden kelpoisuuden toteaminen. Huolehtimisvelvollisuuteen kuuluu myös rakennusluvassa hyväksytyn asemapiirustuksen mukainen rakennuspaikan käsittely ja viimeistely.

#### 2.1.2 Aloituskokous

Rakennushankkeen ryhtyvän on huolehdittava, että aloituskokous pidetään ennen rakennustyön aloittamista (Maankäyttö- ja rakennuslaki 1999). Aloituskokouksessa on oltava läsnä rakennusvalvontaviranomaisen edustaja, rakennushankkeeseen ryhtyvä, rakennuksen pääsuunnittelija sekä vastaava työnjohtaja (Ympäristöministeriö 2015). Aloituskokouksen tarkoituksena on selvittää rakennushankkeeseen ryhtyvän edellytykset selviytyä hankkeesta säännösten ja määräysten edellyttämällä vaatimustasolla ja hyvän rakennustavan mukaisesti. Samalla todetaan myös suunnittelun ja toteutuksen osapuolten pätevyydet ja kelpoisuudet.

Rakentajain kalenterissa 2001 Rämä (2000) esittää raportissaan, että aloituskokous olisi syytä järjestää rakennuspaikalla, jolloin kokouksen yhteydessä voidaan tarkastella tontin

ja sen suunnitellun korkeusaseman sekä tontin reuna-alueiden yhteensopivuutta. Samalla voidaan varmistua siitä, että tontin läheisyydessä on riittävällä tasolla ryhdytty toimenpiteisiin rakennustyön haitallisten vaikutusten estämiseksi. Näitä haitallisia vaikutuksia ja toimenpiteitä ovat esimerkiksi melu, tärinä, liikennejärjestelyt ja työmaan siisteys.

Aloituskokouksessa määritetään ja kirjataan pöytäkirjaan rakennushankkeeseen ryhtyvän velvoitteet, rakennustyön ja suunnittelun keskeiset osapuolet ja heidän tarkastustehtävät, viranomaiskatselmukset ja -tarkastukset sekä muut selvitykset ja toimenpiteet rakentamisen laadusta huolehtimiseksi. (Ympäristöministeriö 2015)

Rakennushankkeeseen ryhtyvä esittää aloituskokouksessa tarkastusasiakirjan, johon rakennusvaiheiden vastuuhenkilöt varmentavat suorittamansa tarkastuksen. Rakennusvaiheita ovat laajat turvallisuuteen, terveellisuuteen ja pitkäaikaiskestävyyteen liittyviä virheriskejä sisältäviä työvaiheita, joita ovat esimerkiksi maanrakennustyöt, perustustyöt, kosteudenhallinta, runkotyöt, lvi-työt ja paloturvallisuus. (Rämä 2000)

Ympäristöministeriön ohjeen (2015) mukaan aloituskokouksessa voidaan myös käydä läpi muita selvityksiä ja toimenpiteitä rakentamisen laadun varmentamiseksi. Näitä ovat:

- rakennushankkeen osapuolten laatu-, turvallisuus- ja ympäristöjärjestelmät
- rakennushankkeen laatusuunnitelmat
- olosuhde- ja kosteudenhallintasuunnitelma
- rakennustyön tarkastusasiakirjan käyttäminen
- laadunvalvontakokeet ja mittaukset
- rakennustuotetietojen kokoaminen rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjetta varten
- varmistuminen rakennustuotteiden kelpoisuudesta.

Rakennusvalvontaviranomainen arvioi aloituskokouksen perusteella rakennushankkeeseen ryhtyvän edellytyksiä toteuttaa hanke säännösten ja määräysten mukaiseen tasoon. Mikäli rakennusvalvontaviranomainen katsoo tarpeelliseksi, voi se vaatia erillistä laadunvarmistusselvitystä. Rakennustyöhön ei saa ryhtyä ennen kuin rakennusvalvontaviranomainen on hyväksynyt siihen kohdistuvan laadunvarmistusselvityksen. (Rämä 2000)

Rämän (2000) mukaan aloituskokouksen tuloksena on kirjallinen sitoumus toimenpiteistä, joilla rakennushankkeeseen ryhtyvä täyttää huolehtimisvelvollisuutensa. Pöytäkirja tarkastetaan ja allekirjoitetaan rakennusvalvontaviranomaisen sekä rakennushankkeeseen ryhtyvän toimesta, ja pöytäkirja arkistoidaan lupa-asiakirjojen yhteyteen.

### 2.1.3 Rakennustyön tarkastusasiakirja

Maankäyttö- ja rakennuslaissa (150 f § 2014) on kohta rakennustyön tarkastusasiakirjasta, jonka mukaan rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava, että rakennustyömaalla pidetään rakennustyön tarkastusasiakirjaa, johon rakennusluvassa tai aloituskoouksessa määrätty rakennusvaiheiden vastuuhenkilöt varmentavat tekemästä tarkastukset.

Yleisesti rakennustyön tarkastusasiakirjaan merkitään rakennukselle tehtävät keskeiset tarkastukset turvallisuuteen, terveellisyyteen ja pitkäaikaiskestävyyteen liittyen. Tarkastukset tehdään myös kantaville rakenteille sekä kosteudenhallinnalle ja kuivatuksen varmistamiselle. Tarkastusasiakirjan tavoitteena on luoda tehtävillä tarkastuksilla kuvaus rakennustyön aloittamisen edellytysten toteutamisesta loppukatselmuksen toimittamiseen saakka. Tarkastuksilla luodaan ja varmennetaan rakennus- ja työvaiheiden toteuttamisen edellytykset säännösten, myönnetyn luvan, hyväksytyjen suunnitelmien sekä hyvän rakennustavan mukaisesti. Samalla varmistetaan rakennustuotteiden kelpoisuudet sekä olennaisten tietojen kokoamiset rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjetta varten. (Ympäristöministeriö 2015)

### 2.1.4 Viranomaiskatselmuks

Maankäyttö- ja rakennuslain 150 § (2014) mukaan rakennusvalvontaviranomainen voi määrätä rakennusluvassa suoritettavaksi pohjakatselmuksen, sijaintikatselmuksen, rakennekatselmuksen sekä lämpö-, vesi-, ja ilmanvaihtolaitteiden katselmuksen. Katselmuksilla viranhaltijan on mahdollisuus selvittää tiettyjen rakennustyövaiheiden edellyttämät toimenpiteet tehdyksi.

Pohjakatselmus voidaan toimittaa, kun kaivu-, louhinta-, paalutus- ja täyttötöy ja niihin liittyvät tarkastukset on tehty. Sijaintikatselmus on ajankohtainen perustustöiden jälkeen. Rakennustyön edetessä rakennekatselmuksen voi pitää, kun rakennuksen kantavat rakenteet ovat nähtävillä. Lämpö-, vesi- ja ilmanvaihtolaitteiden katselmuks

### 2.1.5 Kunnan rakennusjärjestys

Maankäyttö- ja rakennuslain 14 § (1999) mukaan kunnassa tulee olla rakennusjärjestys, jonka määräykset voivat liittyä rakennuspaikkaan, rakennuksen kokoon ja sen sijoittumiseen, rakennuksen ympäristöön sopeutumiseen tai rakennustapaan. Rakennusjärjestys oh-

jaa ja sääntelee rakentamista maankäyttö- ja rakennuslain sekä muiden rakentamista säättävien lakien ja asetusten ohella. Suomen Kuntaliitto ry:n (2013) mukaan rakennusjärjestyksen määräyksillä pyritään tukemaan kunnan omaa maankäytön strategian toteuttamista, joita ovat esimerkiksi ympäristön laadun ja paikallisten arvojen huomioonottaminen.

Suomen Kuntaliitto ry (2013) huomauttaa ohjeessaan, että määräysten tulee olla maanomistajia ajatellen kohtuullisia, eivätkä osa-alueittaiset eroavaisuudet saa johtaa maanomistajia eriarvoiseen asemaan. Kunnan rakennusjärjestykset sisältävät yleensä rakentamistapaohjeita tietyille alueille sekä rakentamiseen liittyviä määräyksiä. Rakentamiseen liittyvät määräykset voivat Suomen Kuntaliitto ry:n (2013) ohjeen mukaan liittyä seuraaviin asioihin:

- rakennusten soveltuminen rakennettuun ympäristöön ja maisemaan
- rakennusten ja rakennelmien korkeusasema
- aitaaminen
- piha-alue
- maalämpökaivot
- rakennuspaikan liikennejärjestelyt ja paikoitus
- hulevesien ja perustusten kuivatusvesien johtaminen
- vesihuolto verkostojen ulkopuolisilla alueilla
- jätehuoltoon liittyvät rakennelmat
- mainos- tai muut vastaavat laitteet rakennuksissa
- osoitemerkintä.

Kunnat voivat ottaa myös kantaa rakennustyön aikaisiin järjestelyihin, kuten katu- tai muun yleisen alueen käyttämiseen, työmaa-alueen mainoksiin, tilapäisiin työmaarakennuksiin, työmaan jätehuoltoon sekä työmaan perustamiseen, hoitamiseen ja purkamiseen. Kunnan rakennusjärjestyksessä voidaan myös antaa ohjeita myös melu- ja tärinäalueiden haittavaikutusten torjuntaan, pilaantuneiden maiden käsittelyyn ja rakentamiseen pohjavesialueilla. (Suomen Kuntaliitto ry 2013)

Rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava, että hanke täyttää kunnan rakennusjärjestyksen ohjeet ja säännöt. Sipoon kunnan mukaan (2017) rakennusjärjestyksellä pyritään tukemaan kunnan omaa maankäytön strategian toteuttamista. Samalla rakennusjärjestyksellä täydennetään asema- ja yleiskaavoja. Rakennusjärjestys korostaa Sipoon kunnassa paikallisuutta, jossa pyritään ottamaan huomioon maiseman ja luonnon sekä saariston erityispiirteitä.

Sipoon kunnan (2017) rakennusjärjestys antaa myös ohjeita rakennustyönaikaisille järjestelyille. Esimerkiksi rakennustyömaalle, joka olennaisesti vaikuttaa ympäristöön, täytyy pystyttää kyltti, joka kertoo rakennettavasta kohteesta, ja siitä selviää rakennushank-

keen yhteystiedot. Myös maisemallisesti arvokkaat puut tulee suojata työmaa-aikana. Rakennustyömaa pitää aidata ympäristöstään, jolla estetään vahinkojen syntyminen ja turvataan jalankulku ja muu liikenne työmaan läheisyydessä.

## **2.2 Muut aloitusvaiheen toimenpiteet**

Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy on tehnyt oman muistilistan (kuva 1) tukemaan työmaan aloittamista ja viranomaisvaatimusten täyttämistä. Siinä on listattuna viranomaisvaatimuksia, kuten vastuuhenkilöiden nimeämiset ja pätevyyksien toteamiset. Muistilista keskittyy turvallisuuteen, ja huomioi esimerkiksi työmaan turvallisuusaineiston ja turvallisuussuunnitelmien tekemisen aina ensiapuvalmiutta ja paloturvallisuutta myöten. Listassa on kirjattuna julkaisuhetkellä tarvittavien ilmoitusten tekemiset ja lupien hakemiset.

Työmaan nimi/numero			
<b>TYÖMAAN ALOITTAMINEN ALOITUSKOKOUKSIEN ASIALISTAAN</b>			
<i>Huomioitava asia</i>	<i>OK</i>	<i>Lisätietoja / Huomautuksia</i>	<i>Asia hoidettu</i>
Työmaan ennakkoilmoitus on tehty	<input type="checkbox"/>		
Vastuuhenkilöt ja vastuunalaiset henkilöt on nimetty (pätevyudet)	<input type="checkbox"/>		
Työmaan muu työnjohto on nimetty ja turvallisuustehtävät jaettu	<input type="checkbox"/>		
Työmaalla on tarvittava turvallisuusaineisto (varoitustaulut ja -kilvet sekä määräykset ja ohjeet)	<input type="checkbox"/>		
Tarvittavat työmaa- ja henkilöstötilat ovat riittävät ja kunnossa (suojaukset, lukot, vartiointi, lämmitys, valaistus, vesi, puhelin, sähkö, ATK)	<input type="checkbox"/>		
Työmaalla on riittävästi henkilökohtaisia suojaimia (riskinarviointi on tehty)	<input type="checkbox"/>		
Työmaalla on riittävästi varoitusvaatteita (työskentely liikenteen parissa)	<input type="checkbox"/>		
Ensiapuvalmius on kunnossa, ensiaputaitoiset	<input type="checkbox"/>		
Paloturvallisuus on kunnossa	<input type="checkbox"/>		
Suunnitelmat ja ohjeet onnettomuuksien varalta on tehty	<input type="checkbox"/>		
Perehdyttämiskäytäntö on sovittu / aineisto käytössä	<input type="checkbox"/>		
Työmaalla tehtävästä tarkastustoiminnasta on sovittu muiden urakoitsijoiden kanssa <ul style="list-style-type: none"> <li>Viikoittaiset kunnossapitotarkastukset</li> <li>Vastaanottotarkastukset</li> <li>Käyttöönottotarkastukset</li> <li>Liikennejärjestelyt</li> </ul>	<input type="checkbox"/>		
Työmaan pelisäännöt turvallisuusasioissa on laadittu ja niiden noudattamisesta on sovittu	<input type="checkbox"/>		
Kulukulupakäytäntö on mietitty/sovittu	<input type="checkbox"/>		
Tiedonkulusta on sovittu muiden osapuolten kanssa	<input type="checkbox"/>		
Työmaalla tehtävistä turvallisuuteen liittyvien suunnitelmien laadinnasta on sovittu (suunnittelu- ja hyväksymiskäytännöt)	<input type="checkbox"/>		
Työmaan työsuojeluyhteistyö on käynnistetty ja työsuojelupäällikkö nimetty	<input type="checkbox"/>		
Tarvittavat ilmoitukset on tehty	<input type="checkbox"/>		
Tarvittavat luvat ovat kunnossa	<input type="checkbox"/>		
Tarvittavat pätevyudet on varmistettu	<input type="checkbox"/>		

**Kuva 1.** Työmaan aloittamisen muistilista (Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy 2016)

### 3. TUOTANNONOHJAUS HEESSA

### RAKENTAMISVAI-

Rakennushankkeen lopputuloksen kannalta rakennustuotannon suunnittelu ja ohjaus ovat keskeisessä osassa. Tuotannon tavoitteena on saattaa rakennushankkeen suunnitelmat rakentamalla valmiiksi lopputuotteeksi määräajassa. Tuotannonohjaus perustuu tuotanto-suunnitelmiin, ja johtamiseen niiden avulla. (Ratu KI-6020 2010)

#### 3.1 Projektiluonteisuus

Rakentaminen on luonteeltaan projektitoimintaa, jossa toiminta on kertaluonteista ja osapuolet vaihtuvat jatkuvasti (kuva 2). Tämä johtaa siihen, että hankkeeseen osallistuvat kootaan projektiryhmäksi erikseen jokaiselle projektille, jolloin opetellaan yhteistoimintaa ja sovitaan toimintatavoista aina uudelleen, koska osapuolet voivat olla toisilleen tuntemattomia. Kankainen & Junnonen (2000) mainitsevat, että rakennushankkeet suunnitellaan ja toteutetaan lähes aina eri paikkaan, joten aikaisempia kokemuksia ei voida aina suoraan kopioida ja hyödyntää uudelleen.

Rakennustoiminta
Päättäntä jakautunut rahoittajille, rakennuttajalle, suunnittelijoille, paikallisille viranomaisille ja urakoitsijoille
Suunnittelu- ja rakennustiimit kootaan jokaiseen hankkeeseen erikseen, eivätkä osapuolet ole tottuneet toimimaan yhdessä.
Jokainen hanke suunnitellaan erikseen.
Tyypillisen rakennusprojektin toteuttamiseen tarvitaan suuri määrä käsityötä. Toiminta on työvoimavaltaisempaa kuin tehdasteollisuus.
Toiminta on hajotettu useisiin tilapäisiin kohteisiin.
Pitkä rakennusprosessi ja jokaisen hankkeen ainutkertaisuus vaikeuttavat saatujen kokemusten ja palautteen hyödyntämistä jatkossa.

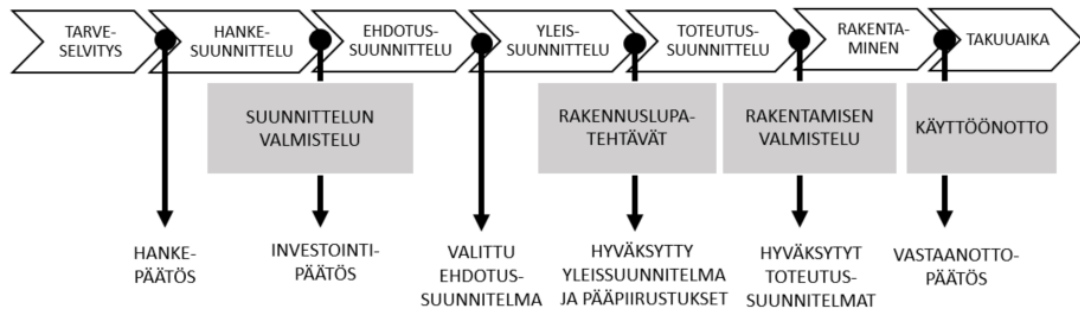
**Kuva 2.** Rakennustoiminnan erityispiirteet (mukaillen Peltonen & Kiiras 1998)

Tuloksen aikaansaamiseksi kertaluonteista työtä valvotaan projektinjohtomenettelyä käyttäen, joka tarkoittaa tietojen, taitojen, välineiden ja tekniikoiden käyttämistä asetet-



tujen tavoitteiden saavuttamiseksi. Kustannukset, aika ja resurssit asettavat rajoitteita projektin toteuttamiselle. Rakennushankkeissa tavoitteet ovat yleensä laajuus- ja laatutasotavoitteita, joille viranomaisten määräykset ja säännökset sekä kustannusvaatimukset asettavat tietyt taustavaikutukset. (Kankainen & Junnonen 2000)

Talonrakennusprojekti jakautuu ajallisesti seuraaviin vaiheisiin (kuva 3): tarveselvitys, hankesuunnitelma, ehdotussuunnittelu, yleissuunnittelu, toteutussuunnittelu, rakentaminen ja takuu aika. Jokainen vaihe jakautuu tiettyihin toimenpiteisiin, ja päättyy tiettyyn päätökseen (kuva 4).



**Kuva 3.** Talonrakennushankkeen vaiheet (mukaillen RT 10-11224)

<b>Aloitus</b>
Määritellään tai annetaan hankkeelle tai hankkeen vaiheelle lupa edetä.
<b>Suunnittelu</b>
Määritellään ja jalostetaan tavoitteita sekä suunnitellaan toimintatapa, jolla saavutetaan projektin tavoitteet.
<b>Toteutus</b>
Koordinoidaan ihmiset ja muut resurssit toteuttamaan projektisuunnitelma.
<b>Seuranta ja valvonta</b>
Valvotaan projektia ja mitataan projektin edistymistä säännöllisin väliajoin jotta löydetään ristiriidat suunnitelmissa, ja jotta voidaan tarvittaessa ryhtyä korjaaviin toimenpiteisiin.
<b>Lopetus</b>
Hyväksytään virallisesti lopputulos ja viedään projekti tai sen vaihe hallitusti loppuun.

**Kuva 4.** Projektihallinnan prosessiryhmät (Ratu KI-6021, 2013 lähteestä *Construction Extension to The PMBOK® Guide*)

Rakentamisvaiheessa hyvän tuotannonohjauksen taustalla on projektin osittelu, jota pidetään projektijohtamisen onnistumisen edellytyksenä. Osittelu on johtamisen työkalu, jonka tavoitteet Kankainen ja Junnonen (2000) jakavat seuraavasti:

- projektin jakaminen selviin vastuukokonaisuuksiin ja osaprojekteihin
- projektiaikataulun jakaminen osa-aikatauluiksi ajallisen ohjauksen tueksi
- kustannusohjauksen ja -valvonnan puitteiden luonti
- tarvittavien resurssien määrittäminen
- osien hierarkkisen koodauksen muodostaminen.

Rakennustietosäätiön julkaisun (RT 10-11224, 2016) mukaan osittelulla tarkoitetaan projektin jakamista pienempiin kokonaisuuksiin, joiden avulla projektia voidaan hallita ja ohjata paremmin. Osittelu voidaan suorittaa monella tapaa riippuen hankkeen laajuudesta ja vaiheesta. Sitä tehtäessä on kuitenkin kiinnitettävä huomiota ositteluiden vaikutuksiin koko rakennushankkeeseen liittyen sekä huolehtia kokonaisuudesta ja jatkuvuudesta.

## 3.2 Tuotannonhallinta

Rakennushankkeelle asetetaan hankkeen alkuvaiheessa taloudellisia, ajallisia ja laadullisia tavoitteita, joita ohjaavat viranomaisten asettamat määräykset ja vaatimukset. Näiden asetettujen tavoitteiden ja vaatimusten toteuttaminen onnistuu tuotannonhallinnan avulla. Tuotannonhallinnan kautta pyritään käyttämään suunnitellusti tuotannollisia tekijöitä mahdollisimman taloudellisesti ja tehokkaasti asetettujen tavoitteiden ja vaatimusten täyttämiseksi. Tuotannonhallinnan tarkoituksena on myös estää poikkeamat suunnitelman mukaisesta toiminnasta tai niiden ilmetessä palauttaa tuotanto suunnitelman mukaiseksi. (Junnonen 2010)

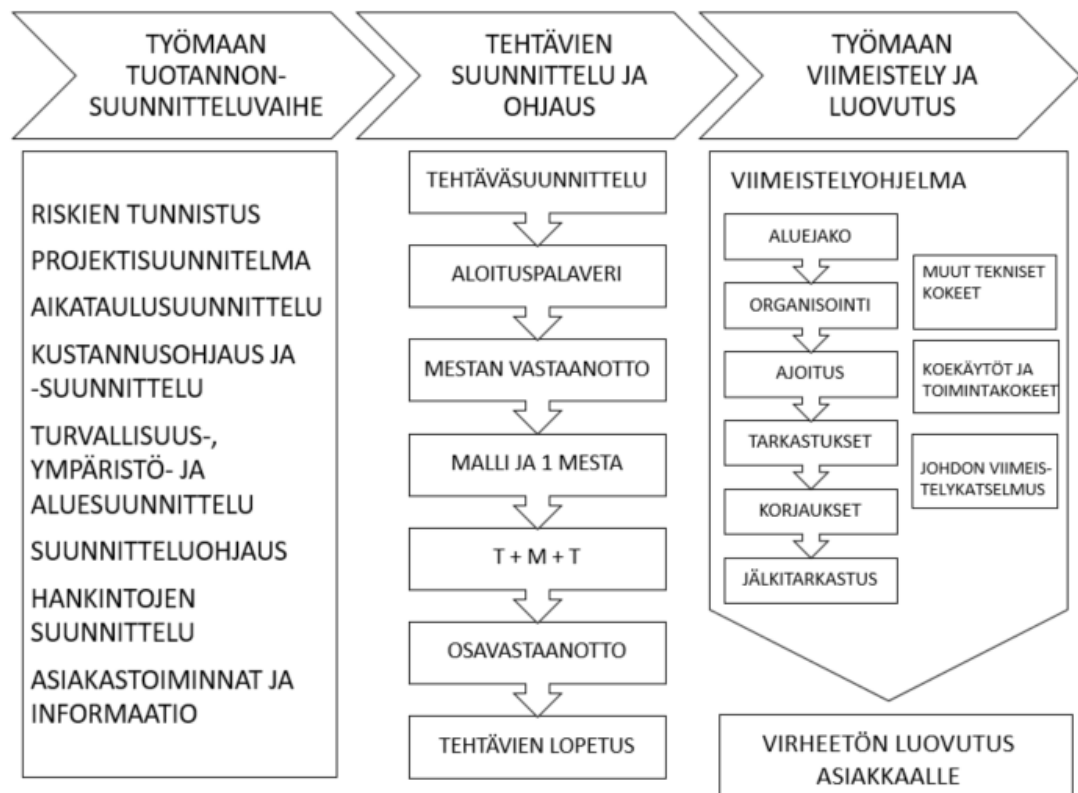
Tehokas rakennushankkeen hallinta tarkoittaa etukäteen suunnittelua, jossa tunnistetaan ja ratkaistaan mahdolliset ongelmat ennen niiden esiintymistä. Resurssit ja strategiat kohdistetaan siten, että hanke saavuttaa suunnitellun tavoitteen. Tämä tekee tuotannonhallinnasta tärkeän projektin elinkaaren alkuvaiheessa. (Zanen & Hartmann 2010)

Tuotannonhallinta koostuu suunnittelusta, valvonnasta ja ohjauksesta. Suunnittelun avulla kartoitetaan toimintatavat tulevaisuuden tehtäville ja valmistellaan tulevia päätöksiä. Valvonta on jatkuvaa toimintaa, jonka avulla voidaan hankkia tietoa suunnitelman toteutumisesta sekä saadaan kerättyä havainnot mahdollisesti tarvittaville ohjaustoimenpiteille. Tuotannonohjauksella pyritään estämään poikkeamien synty tai palauttaa tuotanto suunnitelman mukaiseksi. (Junnonen 2010)

On tunnettua, että menestyksekkäät rakennusprojektit ovat huolellisen suunnittelun ja toteutuksen tulos. Menestyksekkäissä rakennusprojekteissa käytetään vakiintuneita teknikoita, jotka mahdollistavat projektin suorittamisen järjestelmällisellä tavalla. Tämä edellyttää projektiryhmää, joka jakaa tarvittavat resurssit valittuun toteutusmenetelmään, ja

päättää sopivasta kokoonpanojärjestyksestä. Hankkeen projektisuunnittelijoilla on monia epävarmoja ja monimutkaisia tehtäviä rakentamisen aikana. Näitä aiheuttavat suunnitteluvirheet sekä epäsuhteisuus suunnittelun ja tarpeen välillä. (Li et al. 2009) Vaikkakin tuotantoryhmän on todennäköisesti ryhdyttävä korjaaviin toimenpiteisiin projektin myöhemmässä vaiheessa ongelmien ratkaisemiseksi, asianmukaisella suunnittelulla ja strategisoinnilla projektipäälliköt voivat rajoittaa tällaisten ongelmien kielteisiä vaikutuksia (Zanen & Hartmann 2010).

Junnosen (2010) mukaan tuotannonhallintatekijät muodostavat yhdessä ketjun, jossa valvonnan ja ohjauksen avulla hanke saadaan hallitusti vietyä suunnitelmien mukaisiin tavoitteisiin. Kuvassa 5 esitetty tuotannonhallinnan kokonaisuus jakautuu työmaan tuotannon suunnitteluvaiheeseen, tehtävien suunnitteluun ja ohjaukseen sekä työmaan viimeistelyyn ja luovutukseen.



**Kuva 5.** Rakennustyömaan tuotannon suunnittelu ja ohjaus (mukaillen Ratu S-1229, 2011)

### 3.3 Tuotannonohjaus

Tuotannonohjauksella tarkoitetaan toimintaa, jonka avulla poikkeamat suunnitelmien mukaisesta toiminnasta pyritään ennalta estämään sekä poikkeamien ilmaantuessa palauttaa tuotanto suunnitelmien mukaiseksi. Yksinkertaistettuna käytetään termejä ennakointi ja korjaustoimenpide. Ennakoinnilla pyritään selvittämään ja ennaltaehkäisemään toimin-

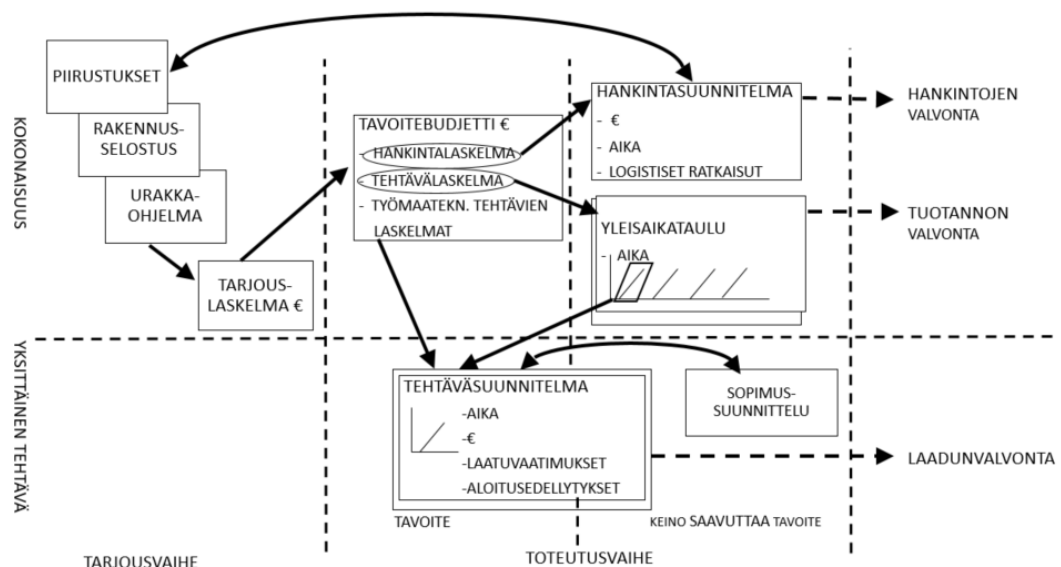
nan mahdolliset uhkatekijät sekä varmistamaan aloitusedellytykset ja suunnitelmien toteutuskelpoisuudet. Samalla huolehditaan, että suunnitelmat ja hankinnat toteutetaan oikea-aikaisesti. On kuitenkin mahdotonta saada aikaan täysin varmistettu tilanne, jolloin poikkeaman ilmetessä on siirryttävä korjaustoimenpiteisiin, joilla pyritään optimoimaan kustannusten ja hyödyn suhde. Korjaustoimenpiteillä toiminta kohdistetaan joko poikkeaman syihin tai seurauksiin. (Junnonen 2010)

Zanen & Hartmann (2010) jakavat tuotannonohjauksen sisällön neljään osaan:

- suoritusstandardit ja suunnitelmat, jotka on muotoiltu ja kehitetty projektin tavoitteista ja strategioista
- suorituskyvyn mittaustekniikat
- suunniteltujen ja todellisten suoritusten vertailu
- korjaustoimenpide, joka tarvitaan projektin palauttamiseen.

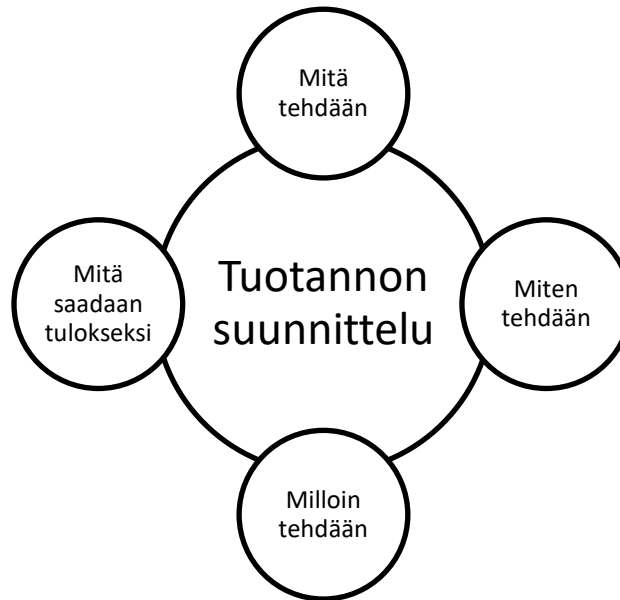
Nämä edellä mainitut elementit korostavat kiinteän projektistrategian tarvetta, jossa otetaan huomioon skenaarioita, joissa hanke poikkeaa alkuperäisestä suunnitelmasta, ja niitä vastaavista korjaavista toimista.

Kuvassa 6 esitetty tuotannonohjausjärjestelmän periaatteet, jossa keskeisimmät ohjaus-toimet liittyvät talouteen, ajalliseen läpivientiin ja laatuun. Huomataan, että kustannukset määräytyvät ohjauksen kohteina olevien päätösten kautta, joita ovat tehdyt suunnitteluratkaisut ja hankintapäätökset. Ajallisen läpiviennin ohjauksen perusteena on tehtävien aloitusedellytysten varmistaminen. Laadun varmistaminen edellyttää tarkkaa valvontaa, joka tarkoittaa jatkuvaa tarkistusta ja asetettujen laatuvaatimusten tuntemusta. Tuotannonohjaus edellyttää kokonaisuuden hallintaa, mikä koostuu useiden toimintojen yhteensovittamisesta ja yksittäisten tehtävien suunnittelusta. (Kankainen & Pekkanen 2005)



**Kuva 6.** Tuotannonohjausjärjestelmän periaate (mukaillen Junnonen 2010)

Tuotannonohjauksen perusteena on Ratu KI-6021 ohjekirjan (2013) mukaan tuotanto-suunnitelmat ja johtaminen niiden avulla. Tuotantosuunnitelmat jaetaan projektitason suunnitelmiin sekä yksittäisen tehtävän suunnitteluun. Kuvassa 7 esitetty tuotannonsuunnittelun ydin, joka pohjautuu keinoihin, joilla tuotannonhallinta (suunnittelu, valvonta ja ohjaus) hoidetaan kunkin tehtävän ja työvaiheen aikana.



**Kuva 7.** Tuotannonsuunnittelun keskiö (Ratu KI-6020 pohjalta)

Näihin kysymyksiin (kuva 7) vastaamalla varmistetaan asetettujen ajallisten ja taloudellisten tavoitteiden saavuttaminen sekä laadun toteutuminen. (Ratu KI-6020 2010)

### 3.4 Aikataulusuunnittelu

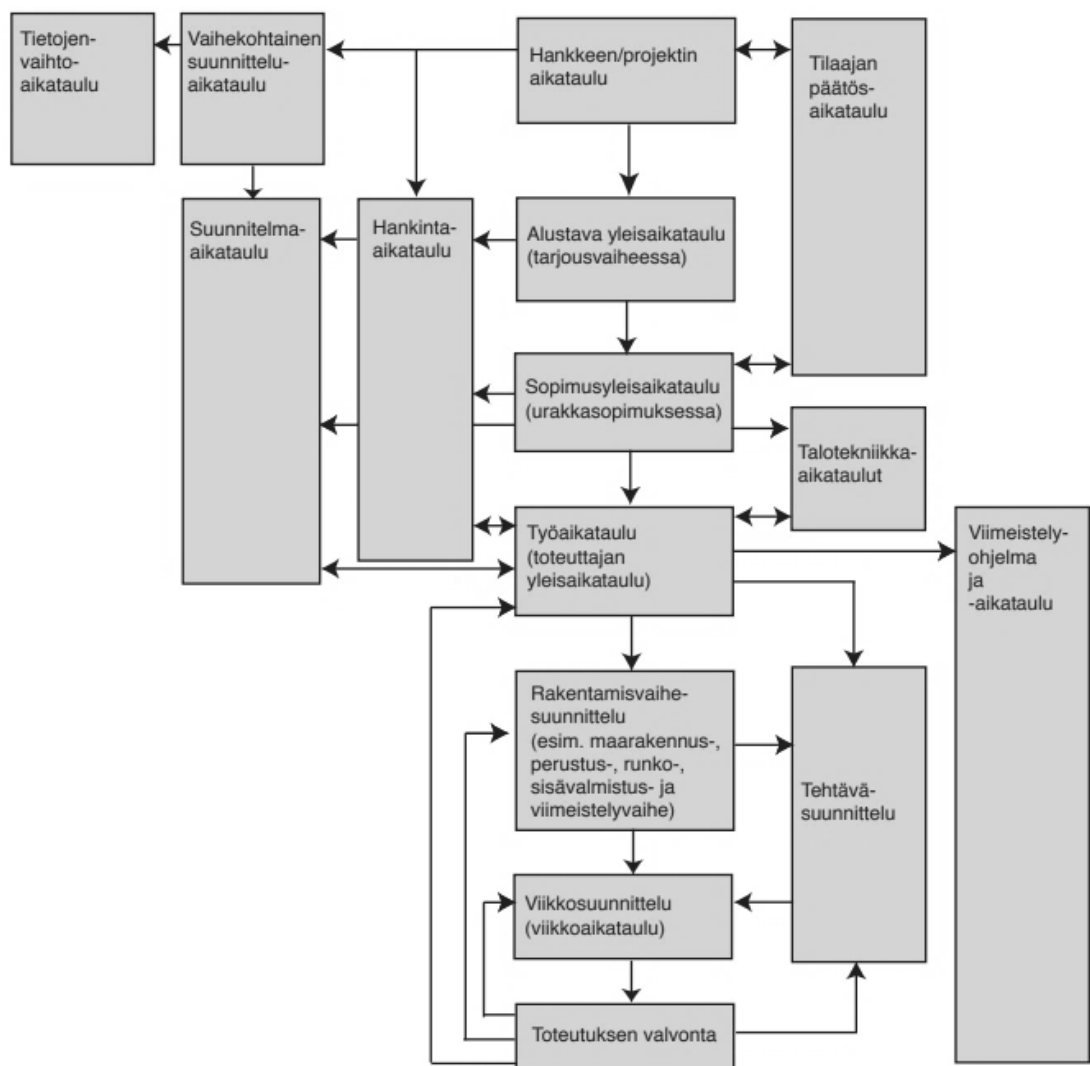
Tuotannonhallinnan keskeisin osa ja yksi hankkeen menestystekijöistä on aikataulussa pysyminen. Se vaikuttaa vahvasti kustannuksiin, laatuun ja työturvallisuuteen. Aikataulusuunnittelun kautta pystytään huomaamaan tehokkaasti epäkohdat ja poikkeamiset suunnitelmista, jolloin tuotanto saadaan etenemään hallitusti kohti asetettuja tavoitteita. Hyvän aikataulusuunnittelun tunnusmerkkejä ovat Junnosen (2010) mukaan seuraavia:

- tehtävät selkeitä, valvottavia ja ohjattavia kokonaisuuksia
- häiriötilanteisiin varautuminen
- suunniteltu resurssien käyttö
- rakenteiden kuivumisajan huomiointi
- työrauhan takaaminen kullekin tehtävälle
- LVIS-töiden yhteensovittaminen muiden rakennusteknisten töiden kanssa.

Aikataulusuunnittelussa karkeamman tason suunnitelmat määrittelevät tavoitteet ja tarkentuvalla aikataulusuunnittelulla varmistetaan näiden tavoitteiden saavuttaminen. (Junnonen 2010)

### 3.4.1 Hankkeen aikataulut

Aikataulu on Ratu KI-6028 ohjekirjan (2015) mukaan hankkeen toteutuksen malli, joka pyritään saamaan realistiseksi suunnittelemalla tehtävien ajoitukset ja ajankäyttö käytävissä olevien tietojen perusteella. Aikataulut antavat samalla kehykset ja puitteet hankkeen sujuvalle toteuttamiselle (RT 10-11225 2016). Aikataulun tarkoituksena on asettaa kaikki hankkeen tehtävät loogiseen ja peräkkäiseen järjestykseen (Zanen & Hartmann 2010). Rakennushankkeessa aikatauluja tehdään sen eri vaiheille (kuva 8).

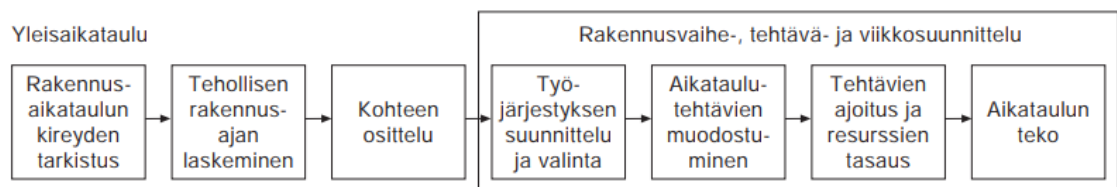


**Kuva 8.** Rakennushankkeen aikataulusuunnittelun eteneminen (Ratu KI-6031, 2017)

Hankkeen keskeisimmät ratkaisut tehdään hankesuunnitteluvaiheessa, jolloin hankkeelle asetetaan tavoitteet ja ajalliset reunaehdot. Hankeaikataulu on se toteutusmalli, josta saatujen lähtötietojen avulla jalostetaan hankkeen muut aikataulut. Zanenin & Hartmannin (2010) mukaan hankesuunnitelman on tarkoitus määritellä, että kaikki hankkeen toteuttamiseen tarvittava työ tehdään oikeassa järjestyksessä, oikeilla paikoilla, oikeilla ihmisillä ja työvälineillä, oikeaan paikkaan mahdollisimman taloudellisesti, turvallisesti ja ympäristöystävällisesti.

### 3.4.2 Aikataulusuunnittelun vaiheet

Aikataulusuunnittelu muodostuu peräkkäisistä vaiheista, joiden merkitys ja järjestys riippuvat hankkeen laajuudesta, kokonaiskeston kireydestä, aliurakointiasteesta sekä työvoiman käyttöperiaatteesta. Kuvassa 9 on esitetty tyypilliset ajallisen suunnittelun vaiheet.



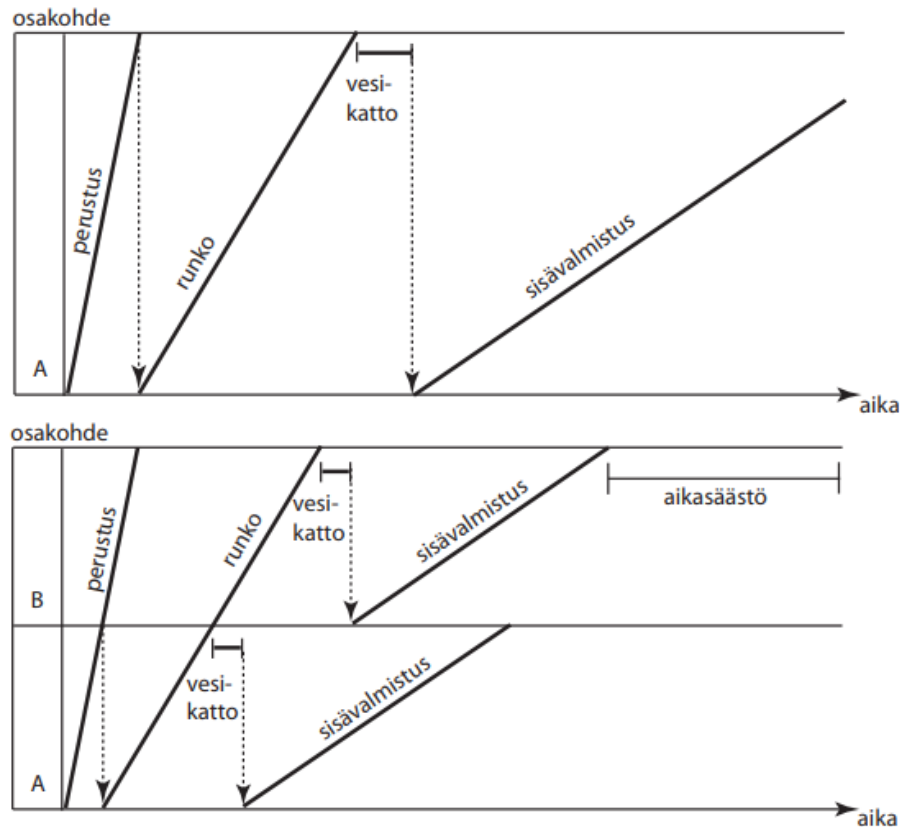
**Kuva 9.** Ajallisen suunnittelun kulku (Ratu KI-6028 2015)

Zanenin & Hartmannin (2010) mukaan projektiaikataulun tehokkuus ei ole ainoa tärkeä näkökohta. Tarvittavat resurssit, joita tarvitaan täytettyjen tehtävien suorittamiseen, käsitellään usein hankesuunnitelman laatimisen yhteydessä. Tämän takana on, että aikataulun kesto ja sen tehtävien jäsentäminen ovat suoria suhteita vaadittavan resurssin määrään ja tyyppiin.

**Rakennusaikataulun kireyttä** tutkitaan vertailemalla hankkeelle laskettua toteuttamisaikaa normaalikeston. Normaalikestolla tarkoitetaan rakennusaikaa, joka on hankkeen rakennussuunnitelmien ja tavanomaisen kireystason mukainen, ja siitä on vähennetty ennalta tiedetyt työn keskeytykset ja kesälomakuukaudet. (Ratu KI-6028 2015)

**Tehollisen rakennusajan laskeminen** huomioi eri syistä aiheutuneet tuotannon keskeytykset, jotka tulee ottaa huomioon aikataulun teossa. Suunnittelemalla työt ilman häiriöitä ja varautumalla keskeytyksiin, aikataulun tavoitteellisuus ja realistisuus varmistuvat. (Junnonen 2010)

**Kohteen osittelu** tarkoittaa kohteen jakamista eri tasoihin lohkoihin. Yleensä kohteen osittelusta käytetään nimitystä lohkojako, jossa lohkoja muodostetaan osista, joissa on erilaiset tuotantotekniikat, suunnitteluratkaisut, sijainnit tai kerrosluvut. Lohkojaon edut perustuvat kuvan 10 mukaan nähtävällä ajansäästöllä. Huomataan, että jakamalla kohde osiin, pystytään sisävalmistustyöt aloittamaan aikaisemmin. (Ratu KI-6028 2015)



**Kuva 10.** Lohkojaon vaikutus hankkeen kestoon (Ratu KI-6028 2015)

**Työjärjestyksen suunnittelun ja valinnan** perusteena on työtä kuvaavan työnkulkupiirroksen laatiminen, jossa on käytetty edellä mainittua lohkojakoa. Yhden työvaiheen tekeminen on riippuvainen muista työkohteissa tehtävistä toiminnoista. Riippuvuudet koostuvat tehtävien välisistä rajoituksista, jotka liittyvät työjärjestykseen. Aikataulukirjassa (Ratu KI-6028 2015) jaetaan tehtävien väliset riippuvuudet neljään ryhmään:

1. Ehdottomat teknistä suoritusjärjestystä kuvaavat **loogiset riippuvuudet**.
2. Sopimusten, sääolosuhteiden, työmaajärjestelyjen kautta määräytyvät **olosuhderiippuvuudet**.
3. Toteutusteknisistä asioista aiheutuvat **tekniset riippuvuudet**.
4. Tehtävästä toiseen siirtyviä resursseja kuvaavat **resurssiriippuvuudet**.

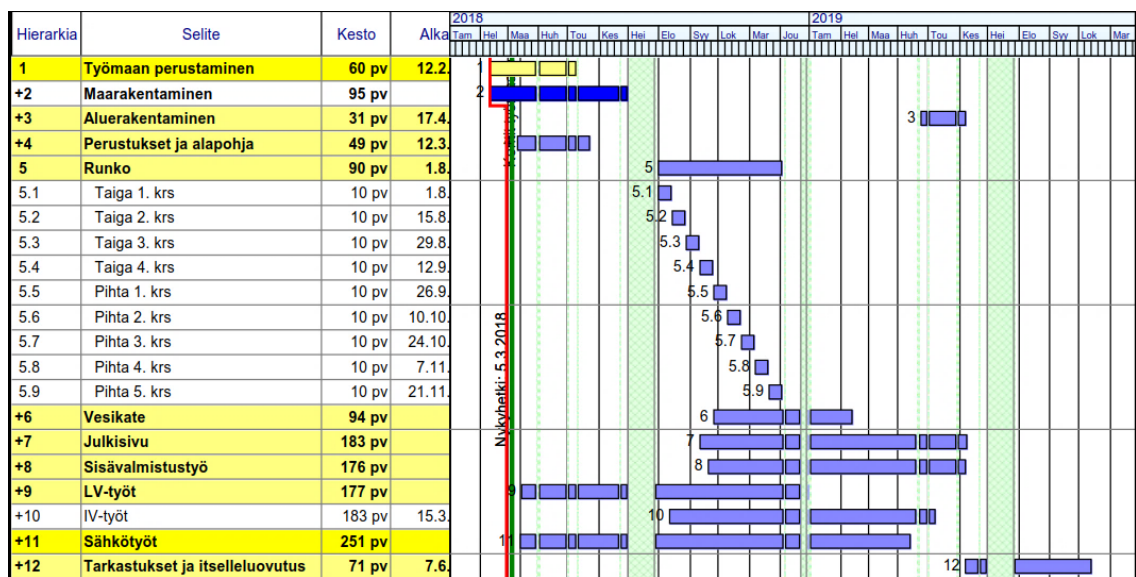
Suurin osa rakennushankkeen tehtävistä ovat toisistaan loppu-alkuriippuvia, alku-alkuriippuvia tai loppu-loppuriippuvia. Esimerkki loppu-loppuriippuvuudesta: väliseinätyössä toisen puolen levytyksen voi suorittaa vasta, kun seinän sisään on asennettu kaikki LVIS-työt. Ratun aikataulukirjassa 2016 (Ratu KI-6028) on esiteltynä muitakin tehtävien välisiä riippuvuuksia. Esimerkiksi anturoiden edeltäviä tehtäviä ovat maankaivu, louhinta ja rusnaus sekä paalutus, vesikattorakenteiden edeltävät tehtävät ovat kantavat ulkoseinät, kantava yläpohja, katon LVIS-asennukset sekä konehuoneiden runko ja lattiapäällysteiden asennusta edeltäviä tehtäviä ovat pintabetonilattiat, tasoitetyöt, kevyet väliseinät, alakatot sekä kiintokalusteet.



**Aikataulutehtävien muodostus** ja suunnittelu hoidetaan siten, että tehtävät kyetään hallitsemaan, ja työmaa saadaan etenemään tavoitteen mukaisesti. Tehtävistä tehdään kokonaisuuksia, jotta niitä pystytään valvomaan ja ohjaamaan. Kun valitaan tehtäviä, tulee ottaa huomioon työmaan osapuolten yhteistoiminta. Tämä tarkoittaa, että tehtävän suoritukseen kuuluu usein varsinaisen edistävän työn lisäksi täydentäviä suorituksia, joita ovat materiaalien ja kaluston siirrot, siivous, suojaus, kaiteiden asennus ja telinetyöt. Tehtävät mitoitetaan yleisesti valitsemalla työlle perustyöryhmä ja lasketaan työn kesto. Rakennustietosäätiön julkaisemista Ratu-tiedostoista saadaan työryhmä- ja menekkitiedot laskennan avuksi. (Ratu KI-6028 2015)

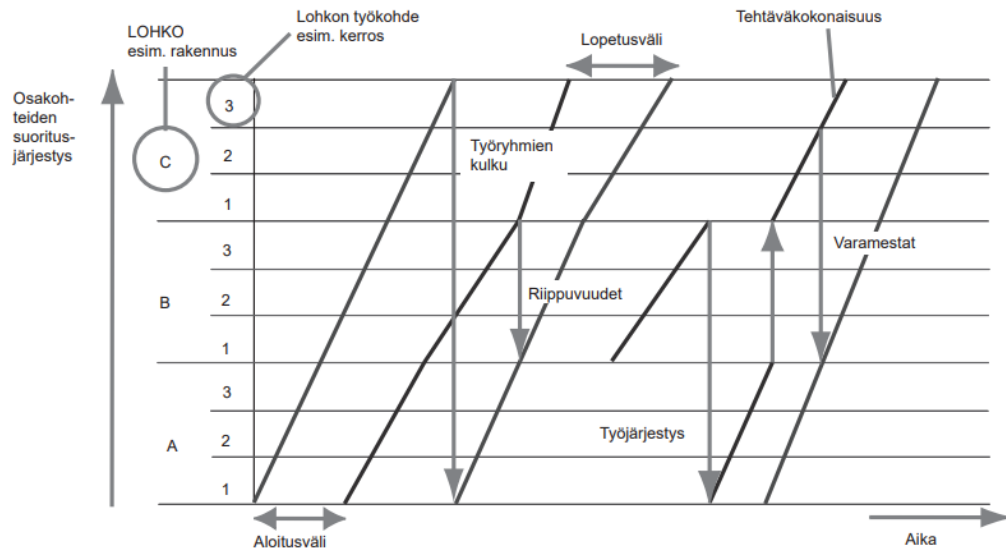
**Tehtävien ajoitus ja resurssien taseus** tarkoittavat tehtävien tahdistusta ja rytmitystä. Tahdistuksen kautta tehtävät saatetaan kestoltaan yhtä pitkiksi tai tasaisesti eteneviksi, jotta ajankäyttö olisi mahdollisimman tehokasta. Rytmityksellä ratkaistaan, miten tehtävät saadaan jatkuviksi, että työt etenevät loogisessa järjestyksessä ilman turhia seisokkeja. (Ratu KI-6028 2015)

**Aikataulun teko:** Aikataulut esitetään monesti jana- tai vinoviiva-aikatauluina. Jana-aikataulussa (kuva 11) tehtävien kestot esitetään aikatauluun piirrettyinä janoina, ja tehtävät ovat lueteltuna aikataulun vasemmassa reunassa.



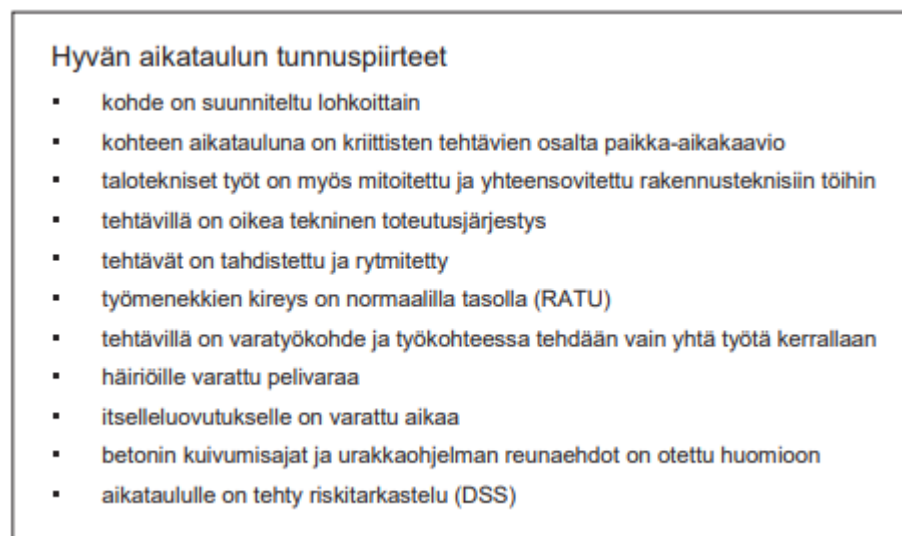
**Kuva 11.** Yleisaikataulu jana-aikatauluna (T2H Rakennus Oy)

Paikka-aikakaavio (kuva 12) on yksi käytetty vinoviiva-aikataulu, jossa pystyakselilla kuvataan rakennuksen fyysisiä osia ja vaakakselilla aikaa. Näiden suhteen piirretyillä vinoviivoilla saadaan kuvattua tehtävien kestot ja suorituserjestys. (Ratu KI-6028 2015)



**Kuva 12.** Paikka-aikakaavion periaatteet (Ratu KI-6028 2015)

Laaditun aikataulun toteutuskelpoisuus tulee tarkistaa ennen sen hyväksymistä. Kuvassa 13 on lueteltu hyvän aikataulun tunnuspiirteitä, jotka on hyvä tarkistaa laaditusta aikataulusta rakennusteknisten ja taloteknisten töiden osalta.



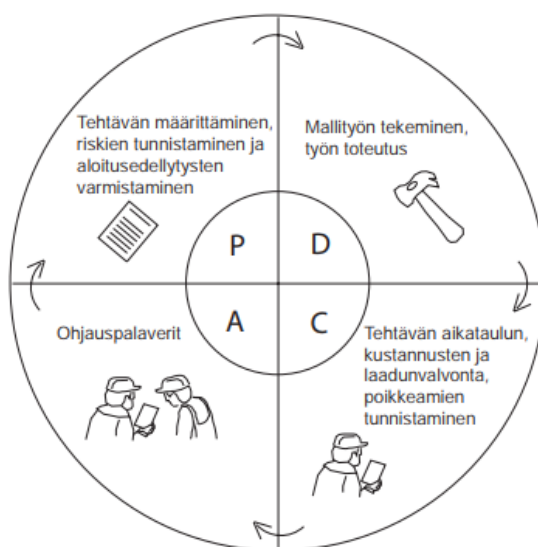
**Kuva 13.** Hyvän aikataulun tunnuspiirteet (Kankainen & Kolhonen 2001)

### 3.5 Tehtäväsuunnittelu

Tehtäväsuunnittelussa suunnitellaan yhden tehtävän toteuttamista riittävän tarkasti, jotta sille asetetut tavoitteet ja vaatimukset saadaan täytettyä sekä työ suoritettua häiriöttä (Junnonen 2010). Tehtäväsuunnitelma tarkentaa karkeamman tason tuotantosuunnitelmat avuksi työmaan toteutuksen ohjaamiseen. Suunnitelma luodaan edistämään työnohjausta

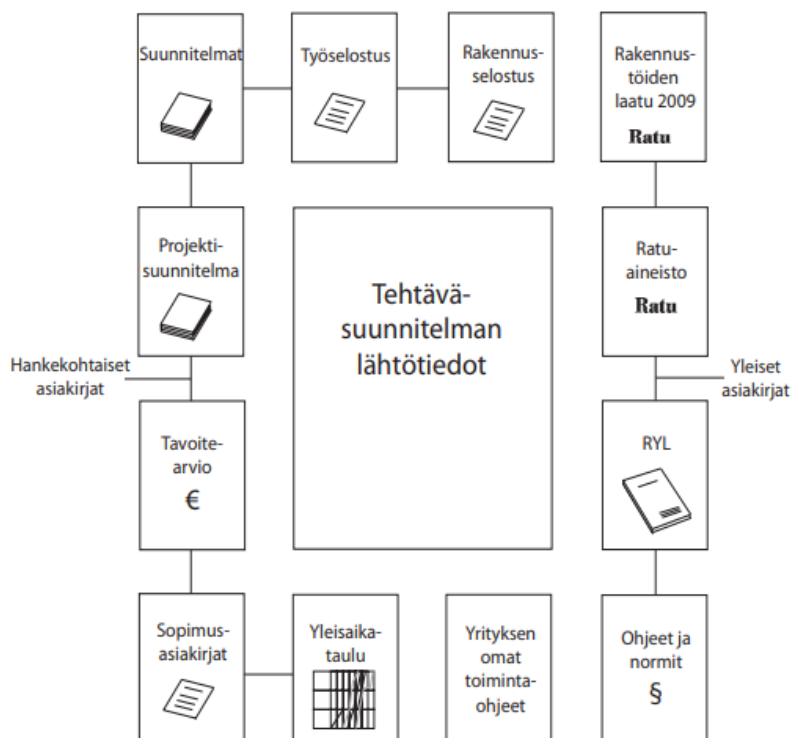
sekä tiedonkulkua työnjohdon ja työntekijöiden välillä (Mäki 2000). Hyvin tehty tehtäväsuunnitelma on apuna työtehtävän edellytysten varmistamisessa sekä tehtävän valvonnassa ja ohjauksessa (Ratu S-1228 2010).

Tehtäväsuunnitteluprosessia kuvaa hyvin Demingin ympyrä -malli (PDCA – plan, do, check, act), joka on esitetty kuvassa 14. Tehtäväsuunnitteluprosessin ytimenä on tiedostaa, miksi tehtäväsuunnitelma tehdään, mitä siinä suunnitellaan ja määritellään kyseisen tehtävän riskit (Ratu S-1228 2010). Myös Mäki (2000) jakaa tehtäväsuunnitteluprosessin neljään vaiheeseen: lähtötietojen kokoaminen, tehtäväsuunnitelman laadinta, tehtävän aloitus ja tehtävän ohjaus.



**Kuva 14.** Tehtäväsuunnittelu Demingin ympyrä -mallin mukaan (Ratu S-1228 2010)

Junnonen (2010) määrittelee tehtäväsuunnittelun johtamisen välineeksi työmaalle. Tehtäväsuunnittelun avulla voidaan saavuttaa yksittäisten tehtävien ajalliset ja taloudelliset tavoitteet sekä laatuvaatimusten täyttäminen niille asetetun aikataulun ja tavoitearvion mukaisesti. Lähtötietojen (kuva 15) perusteella saadaan muodostettua nämä ajalliset ja taloudelliset tavoitteet sekä selvitettyä tehtävän rakenne ja toteuttaminen laatuvaatimukset täyttäen. Tehtäväsuunnittelu sisältää koko tehtävän toteutuksen alkaen lähtötietojen kokoamisesta ja suunnitelman laatimisesta ja päättyen valvonnan ja ohjauksen kautta luovutukseen (Mäki 2000). Myös työturvallisuuden kannalta tehtäväsuunnitelma on yksittäisen työn suorituksen näkökulmasta tärkein turvallisuussuunnitelma (Ratu KI-6030 2015).



**Kuva 15.** Tehtäväsuunnittelun lähtötiedot (Ratu S-1228 2010)

Tehtäväsuunnitelmia tehdään eri rakennusvaiheiden keskeisille tehtäväkokonaisuuksille, jotka ovat ajallisesti kriittisiä, taloudellisesti merkittäviä, virhealttiita, ennalta tuntemattomia tai jos tehtävällä on erityisen korkeat laatuvaatimukset (Ratu S-1228 2010). Tehtävä on yleisesti yhtenäinen työkokonaisuus, jolloin se on ajallisesti ja taloudellisesti ohjattavissa (Mäki 2000).

Tehtäväsuunnitelmassa käydään läpi kaikki asiat, jotka liittyvät kyseiseen tehtävään ja sen suorittamiseen. Siinä on määriteltynä tehtävän sisältö ja painopisteet alku- ja lopputilalle. Alkutilaan liittyvät tehtävän edellytykset, joita ovat esimerkiksi suunnitelmat, sopimukset, edeltävät työt, liittyvät työt, koneet ja kalusto, materiaalit sekä turvallisuus. Tehtävään liittyvät logistiikka ja varastointi tarpeista mainitaan joko aluesuunnitelmassa tai tehtäväsuunnitelmassa erikseen. Lopputilaan liittyvät olennaiset laatuvaatimukset tehtävän suorittamisen sekä tehtävän lopputuloksen kannalta. Laadunvarmistukseen liittyviä toimenpiteitä ovat aloituspalaveri, mestan vastaanotto, mallityö sekä mestan luovutus ja vastaanotto. (Koskenvesa et al. 2014)

Tehtäväsuunnitelman ytimenä on aikataulu, jonka muodostamiseen vaikuttavia tekijöitä ovat tehtävän kokonaistyömenekki ja työryhmän koko, joista saadaan laskettua työsaavutus. Työsaavutusta valvotaan ja ohjataan täyttämällä edellä esitettyä paikka-aikakaaviota, johon voidaan merkitä välitavoitteita. Tehtäväsuunnitelmassa kartoitetaan myös tehtävään liittyvät vaarat ja riskit, jotka voivat liittyä lopputuotteen tekniseen laatuun,

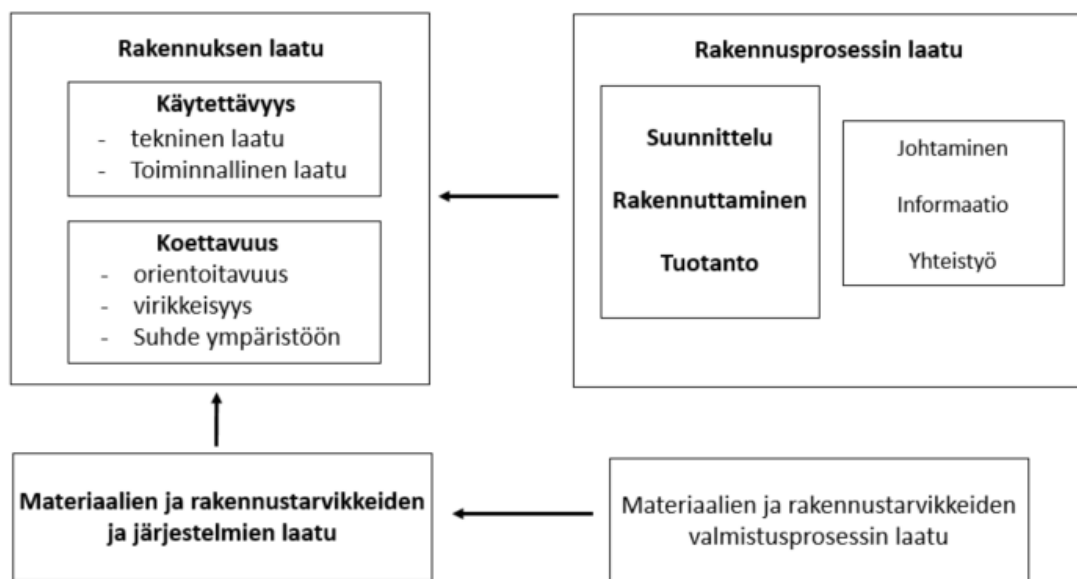
tehtävän toteutukseen tai edellytyksiin. Jokainen tehtävään liittyvä riski kirjataan tehtäväsuunnitelmaan, ja niille määritellään ehkäisevät toimenpiteet ja vastuuhenkilö. (Koskenvesa et al. 2014)

Tehtäväsuunnittelu tukee yrityksen toiminnan kehittämistä, sillä ylläpidettynä seuranta-tietoineen se antaa luotettavan palautteen hankkeen onnistumisesta, toteutuneista työsaa-vuutuksista sekä työssä havaituista ongelmakohdista. Tehtäväsuunnitelmista saadut tiedot ovat apuna seuraavia hankkeita suunniteltaessa, jolloin voidaan välttää samojen ongel-mien toistaminen, joka takaa paremman ajallisen ja taloudellisen tuloksen. Työmaalla tehtäväsuunnitelman hyödyt liittyvät seurantaan ja ohjaukseen. Tehtäväsuunnitelman kautta myös työntekijällä on selkeät tiedot tavoitteista ja vaatimuksista, mikä helpottaa yksittäisen työtehtävän tekemistä. (Ratu S-1228 2010)

### **3.6 Laadunhallinta**

Laadunhallinnalla varmistetaan rakennuksen materiaaleille, työn lopputulokselle sekä toimintatavoille asetettujen laatuvaatimusten toteutuminen (Junnonen 2010). Arditi & Gunaydin (1997) määrittelevät laadunhallinnan joukoksi toimia, jotka liittyvät laatu-prosessiin. Nämä toimet käsittävät työn suunnittelun, koordinoinnin, kehittämisen, valvonnan, tarkastuksen ja aikataulun. Laadunhallinnassa on keskeistä, että laatuodotukset on määritelty, laatuvaatimukset ovat riittävän selkeitä, laadunvarmistus on suunniteltua sekä reagoidaan poikkeamiin (Siikanen & Kankainen 2004).

Laadunhallinnan pohjana on tilaajan tarpeiden ja toiveiden pohjalta asetettujen laatuvaatimusten toteutumisen varmistaminen. Nämä laatuvaatimukset ovat useimmiten ilmaistu joko koettavuutta tai käytettävyyttä koskevin ominaisuuksina, jotka tarkentuvat rakennusprosessin edetessä. Käytettävyydellä tarkoitetaan rakennuksen teknisiä ja toiminnallisia ominaisuuksia, ja koettavuudella orientoitavuutta, virikkeellisyyttä sekä rakennusprosessin ja ympäristön suhdetta (kuva 16). (Kankainen & Junnonen 2001)



**Kuva 16.** Rakentamisen laadun osatekijät (mukaillen Kankainen & Junnonen 2001)

Laatunäkökulma rakennustyömaalle on valmistuskeskinen laatu, joka Kankaisen & Junnonen (2001) mukaan tarkoittaa, että rakennuksen on oltava yhteneväinen sille suunnitelmassa esitettyjen vaatimusten suhteen. Siikanen (2004) esittelee raportissaan asioita, joiden toteutuminen on oleellista työmaan laadunhallintaa ajatellen:

- laaditut suunnitelmat ja toimenpiteet kohdekohtaisia
- yksilöidyt laatuvaatimukset tekijöille
- laadunvarmistuksen suunnittelu, vaatimustason todentaminen ja valvonta malliasennuksen jälkeen
- reagoiminen poikkeamiin ja aiheuttamissyiden selvitys
- aikatauluhallinnan ja laadun yhteys.

Laadunvarmistuksessa keskeistä on laadun mittailu ja vertailu asetettuihin tavoitteisiin ja vaatimuksiin nähden (Siikanen & Kankainen 2004). Edellytyksenä tavoitteisiin ja vaatimuksiin pääsemisellä on niiden ymmärtäminen ja yksiselitteisyys. Ei voi tehdä oikein, jos ei tiedetä mitä vaaditaan (Kankainen & Junnonen 2001). Tähän apuna on työmaalla pidettävät aloituskokoukset ja tehtäväsuunnitelmat, joilla pyritään selvittämään myös laadulliset vaatimukset työ- ja tehtäväsuorituksille.

Kuvassa 17 on esitetty tärkeimmät eri osapuolten roolit, joiden avulla asuinrakennushankkeen teknistä ja toiminnan laatua pyritään varmentamaan. Rakentamisen valmisteluvaiheessa keskeisiä asioita ovat työmaan aloituskokous, tarkastusasiakirjan laadinta sekä laatusuunnitelma ja yleisaikataulu. Rakentamisvaiheessa tarkastusasiakirjaa täydennetään sovittujen tarkastusten puitteissa sekä pidetään rakennusluvassa määrättyjä katselmuksia. (Kiviniemi 2000)

Rakentamisen eri osapuolien roolit laadunvarmistuksessa	
Rakennuttaja	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rakennuttaja vastaa myötävaikutus- ja huolehtimisvelvollisuutensa täyttämisestä, antamalla mm. lähtötiedot urakoitsijan täydentävää suunnittelua varten ja huolehtimalla, että sivu-urakoitsijat hoitavat omat velvollisuutensa sopimuksen mukaan ja aikataulussa.</li> <li>• Rakennuttaja hyväksyy hankkeeseen valitut toimittajat ja aliurakoitsijat sekä seuraa käytettyjen tuotteiden kelpoisuutta.</li> <li>• Rakennuttaja valvoo hankkeen etenemistä.</li> <li>• Laatuun, laadunvarmistukseen, aikatauluun tai turvallisuuteen liittyvissä poikkeamatilanteissa rakennuttaja ja valvoja arvioivat tilanteen, poikkeaman vakavuuden ja päättävät jatkotoimenpiteistä.</li> <li>• Rakennuttaja esittää hankkeen laadunvarmistuksen rakennusvalvontaviranomaisille seurantakokouksissa</li> </ul>
Suunnittelijat	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suunnittelijat vastaavat rakennusvaiheen aikaisesta suunnittelusta sekä suunnitelmien yhteensopivuudesta ja ristiintarkastuksista. He esittävät suunnittelutilanteen suunnitteluvaiheiluissa.</li> <li>• Pääsuunnittelija valvoo suunnitelmien yhteensopivuutta ja määräysten mukaisuutta sekä suunnitteluajataulun toteutumista.</li> </ul>
Urakoitsijat	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pääurakoitsija perustaa rakennusvaiheen alussa hankkeelle laatukansion, johon kootaan kaikki hankkeen laadunvarmistusta koskevat dokumentit tai kopiot niistä.</li> <li>• Kukin urakoitsija huolehtii vastuullaan olevasta laadunvarmistustoimista ja työturvallisuustarkastuksista. Mikäli laadussa tai aikataulussa ilmenee poikkeamia suunnitellusta, niistä tiedotetaan rakennuttajaa, valvojaa ja asianosaisia osapuolia.</li> <li>• Urakoitsijat hyväksyttävät tuotemallit, toimittajat ja aliurakoitsijat rakennuttajalla.</li> <li>• Urakoitsijoiden vastuulla olevaa täydentävää suunnittelua varten järjestetään lähtötietokatselmukset.</li> <li>• Suunnitelmat tarkastetaan ja hyväksytetään rakennuttajalla.</li> <li>• Hankkeen aikataulu- ja turvallisuustilanne esitellään työmaakokouksissa. Poikkeamien merkittävyys arvioidaan ja niiden korjaamiseksi suunnitellaan keinot. Työmaan tilanne sekä sitä koskevat toimet ja päätökset kirjataan pöytäkirjaan.</li> </ul>

**Kuva 17.** Rakennushankkeen eri osapuolten roolit laadunvarmistuksessa (Ratu KI-6029)

Asetettuihin ja sovittuihin vaatimuksiin vertaileminen on olennaista laadunvarmistuksessa. Erityisesti laadunvarmistuksessa kannattaa kiinnittää huomiota kohtiin ja työvaiheisiin, joissa ilmenee usein laatuvirheitä. Näitä laatuvirheitä saadaan karsittua tarkastamalla heti ensimmäinen työkohde, jolloin virheiden toistuminen voidaan eliminoida. Tekemällä malliasennus varmistutaan myös siitä, että tekijä on ymmärtänyt esitetyt vaatimukset ja ohjeet oikein. Laatutaso säilytetään valvonnalla ja tarkastuksilla pitkin työn toteutusta. Tällä tunnistetaan ja poistetaan työnsuoritukseen liittyvät riskitekijät ja varmistetaan vaatimusten toteutuminen. (Siikanen 2004)

Luvussa 2 esitetyssä rakentamisen aloituskokouksessa on yhtenä kohtana rakennustyön tarkastusasiakirja, joka toimii viranomaisten taholta laadunvarmistustoimenpiteenä. Diplomityön kohdeyritys T2H Rakennus Oy on laatinut oman rakennustyön tarkastusasiakirjan rivitalotuotantoon. Tarkastusasiakirjaan on lisätty kohdeyrityksen tuotannon kannalta

olennaisia asioita virheriskien ehkäisemiseksi. Kuvassa 18 esitettynä esimerkkinä lattian pintavalua edeltävät tarkastukset laadunvarmistamiseksi.

### *Tarkastukset ennen lattian pintavalua*

- **Lattian tuleva korko on suunniteltu huolellisesti ja valuun jäävät putket ja kaivot on asennettu suunnitelman mukaisesti:**
  - kynnys kuivaan tilaan päin saa olla enintään 20 mm
  - vedeneristeen nosto kynnyksellä tulee olla vähintään 15mm
  - lattialämmitysputkien päällä tulee olla 30mm kerros lattiamaassa
  - Kallistukset tulee olla 1:100 ja kaivojen ympärillä 1:50
- Putkien kallistukset ja kaivojen suoruus ja tuenta tarkastettu
- Lattiat on valokuvattu juuri ennen valua, valokuvat kansioitu huoneistoittain
- **Luku: "LVI-asennukset märkätiloissa" on käyty läpi ja tarkastettu tarvittavilta osin ennen pintavalua.**

*Kallistusvaluista vastaavan työjohtajan allekirjoitus, nimen selvennys ja päivämäärä:*

Talo A: \_\_\_\_\_

Talo B: \_\_\_\_\_

Talo C: \_\_\_\_\_

Talo D: \_\_\_\_\_

Talo E: \_\_\_\_\_

Talo F: \_\_\_\_\_

**Kuva 18.** Esimerkki T2H Rakennus Oy:n tarkastusasiakirjasta (Huhdanpää 2014)

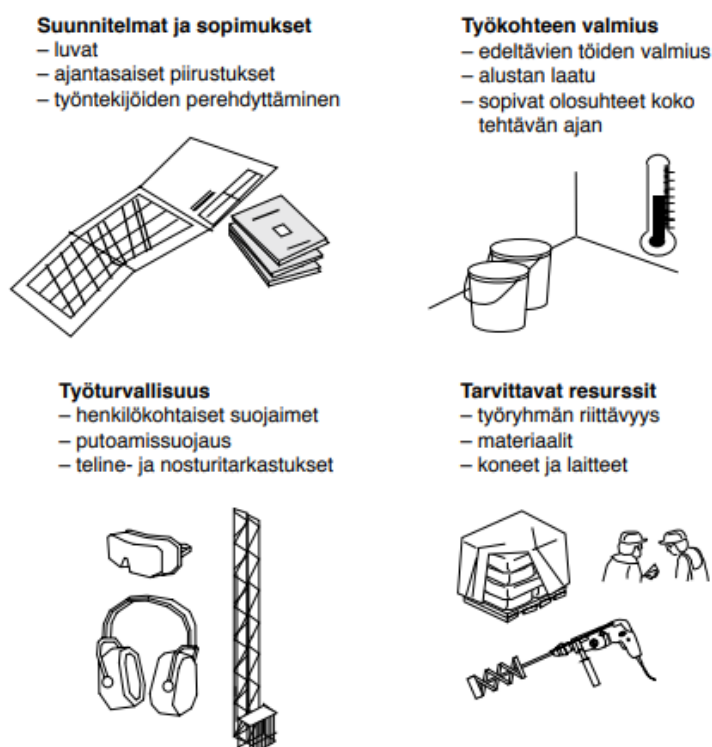
## 3.7 Rakennustyömaan hyvät käytännöt

Toimiva työmaa koostuu Koskenvesan et al. (2014) oppaan mukaan seuraavista osista: tiedotus, järjestys, aikataulut ja edellytysten luominen. Tiedottamisella tarkoitetaan työmaan toimijoille sekä ulkopuolisille tiedottamista. Työmaan ohjetaulut sisältävät esimerkiksi työmaan aluesuunnitelman, työmaalla asioimisen perussäännöt, käytettävät henkilösuojaimet ja hälytysohjeet. Työmaan ulkopuolella työmaasta tiedotetaan työmaataulujen ja -kylttien avulla, jotka sijoitetaan helposti luettavaan paikkaan. Ilmoitustauluille kerätään työmaan tärkeät asiakirjat, josta ne ovat kätevästi nähtävillä yhdessä paikassa.

Toimivan työmaan tunnusmerkkeinä ovat myös selkeästi merkityt kulkureitit ja huomiovärein merkityt kaiteet putoamisvaarallisilla työskentelyalueilla. Työmaan siisteystasoa nostaa se, että johdot ja kaapelit nostetaan ylös lattiasta, jolloin kulkutiet ovat turvallisempia ja johdot eivät pääse vaurioitumaan. Työmaalle kannattaa myös järjestää riittävästi tilaa varastoinnille, jolloin asioiden ollessa järjestyksessä, työmaan satunnainen epäjärjestys sekä mahdolliset vuodot ja halkeamat pystytään havaitsemaan riittävän ajoissa. (Koskenvesa et al. 2014)



Aikaisemmin tässä luvussa mainittu työmaan ajallinen hallinta on toimivan työmaan perusedellytys. Koskenvesa et al. (2015) kirjoittavat, että suunniteltu realistinen aikataulu on tärkeä johtamisen apuväline. Aikataulun hallinnassa käytetään avuksi jana-aikataulua, paikka-aikakaaviota sekä valvontavinjettejä. Töiden sujuminen hallitusti varmistetaan edellytysten luomisella (kuva 19).



**Kuva 19.** Aloitusedellytykset (Koskenvesa et al. 2015)

Rakennusalan työturvallisuudessa on tapahtunut viime vuosien kehitystoiminnalla positiivisia muutoksia. Työtapaturmat ovat olleet laskussa Rakennusteollisuus RT:n vuonna 2010 asetetun tavoitteen johdosta, jonka mukaan toimialan jäsenyritysten tulee saada työtapaturmat minimiin vuoteen 2020 mennessä. Nolla tapaturmaa -tavoitteen toteutuminen edellyttää vahvaa sitoutumista yritysten johdosta aliurakoitsijan viimeiseen työntekijään saakka. Sitoutumisella tarkoitetaan, että yritykset tekevät työmailla turvallisuushavaintoja. Yhtä tapaturmaa voi edeltää useita läheltä piti -tilanteita, jolloin turvallisuushavaintoja tekemällä, voidaan puutteet ja ongelmat poistaa ennakkoon. (Rakennusteollisuus RT ry 2018) Rakennusteollisuus RT ry:n (2015) mukaan ”turvallisuus syntyy johtamalla, jossa taitava tilaaja asettaa tavoitteet ja luo edellytykset turvallisuudelle.” Myös osaaminen luo perustaa turvalliselle työskentelylle.

Rakennushankkeeseen ryhtyvän huolehtimisvelvollisuuksiin kuuluu turvallisuudesta huolehtiminen. Keskeistä on Rantasen et al. (2006) mukaan, että systemaattisesti tunnistetaan ja selvitetään haitta- ja vaaratekijät ja toimitaan huolellisesti riittävää asiantuntemusta käyttäen. Turvallisuustoimenpiteiden tasoa määrittäessä tulee huolehtia turvalli-

suus- ja terveellisyysvaatimukset teknisen ja taloudellisen tarkoituksenmukaisuuden asettamisissa puitteissa. Työturvallisuuslaissa (738/2002) huolehtimisvelvollisuudesta sanotaan, että työnantaja on tarpeellisilla toimenpiteillä velvollinen huolehtimaan työntekijöiden turvallisuudesta ja terveydestä työssä. Vaaroja ja haittoja ei kuitenkaan ole mahdollista poistaa aukottomasti, jolloin huolehtimisvelvollisuus rajataan seikkoihin, jotka voidaan ennakoida ja havaita, ja joihin voidaan työolosuhteiden kautta vaikuttaa (Rantanen et al. 2006). Lappalainen et al. (2003) esittävät artikkelissaan rakennustyön tärkeimpiä turvallisuuskäytäntöjä, jotka on listattu kuvassa 20.

### Rakennustyön hyvät turvallisuuskäytännöt

- ☐ Johdon sitoutuminen turvallisuuden kehittämiseen ja sitoutumisen johtaminen
- ☐ Työmaan turvallisuuden koordinointi ja johtaminen
- ☐ Panostus turvallisuushenkilöstöön
- ☐ Huolellinen turvallisuussuunnittelu
- ☐ Koulutus ja perehdyttäminen turvallisuuteen
- ☐ Työntekijöiden osallistuminen ja sitoutuminen turvallisuustavoitteiden toteuttamiseen
- ☐ Urakoitsijoiden ohjaus ja turvallisuustavoitteiden kirjaaminen tarjouspyyntöihin ja urakkasopimuksiin
- ☐ Palaute ja palkitseminen turvallisesta toiminnasta
- ☐ Tapaturmista ja vaaratilanteista raportointi ja niiden tutkiminen
- ☐ Turvallisuuden seuranta ja valvonta
- ☐ Työmaan turvallisuusohjeiden laatiminen

**Kuva 20.** Tärkeimmät rakennustyön turvallisuuskäytännöt (Lappalainen et al. 2003 pohjalta)

Koskenvesa et al. (2014) esittävät turvalliselle työmaalle asetettavaksi selkeää ja yksinkertaista työturvallisuustavoitetta, jonka toteutumista valvotaan ja tuloksia esitetään. Tämän tarkoituksena on sitouttaa työmaalla toimivia henkilöitä huomioimaan säännöllisesti työturvallisuutta ylläpitäviä seikkoja. TR-mittarin avulla voidaan helposti esittää tulokset havainnoista sekä puuttua ilmenneisiin virheisiin.

## 3.8 Lean-rakentaminen

Lean-rakentaminen pohjautuu japanilaisten autovalmistajien tehtailla kehittyneeseen toimintastrategiaan, joka keskittyy hukan poistamiseen prosessissa, pyrkii tuottamaan mah-

dollisimman paljon lisäarvoa asiakkaalle sekä parantamaan jatkuvasti prosessien virtaus-  
tehokkuutta. Siihen sisältyy rakennuslalla kehitettyjä toimintatapoja ja työkaluja, jotka  
keskittyvät projektin eri vaiheiden ja osapuolten yhtenäistämiseen. Yhtenäistämällä py-  
ritään luomaan yhdenmukaisia prosesseja, joissa virtaustehokkuutta voidaan parantaa ja  
lopputuloksia ennustaa. Yksi lean-rakentamisen käytetyimmistä työkaluista on Last Plan-  
ner-tuotannonsuunnittelu. (Lean Construction Institute 2018)

AlSehaimi et al. (2014) mukaan lean-rakentaminen koskee kokonaisvaltaista ja jatkuvaa  
parannusta rakennetun ja luonnonympäristön kaikkiin ulottuvuuksiin: suunnittelu, raken-  
taminen, aktivointi, huolto, käyttöönotto ja kierrätys. Se pyrkii paremmin vastaamaan asi-  
akkaiden tarpeisiin samalla, kun käytetään vähemmän resursseja.

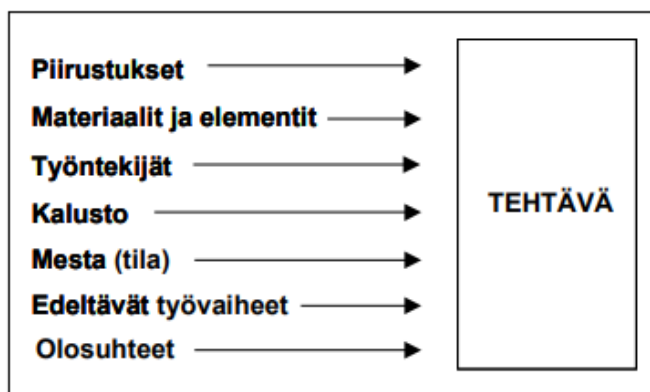
Kolme ominaisuutta erottavat lean-rakentamisen perinteisestä rakentamisen johtamiskäy-  
tännöstä. Ensinnäkin se keskittyy hukan vähentämiseen, joka voi olla missä tahansa muo-  
dossa rakennusprosessissa, kuten tarkastukset, kuljetukset, odotukset ja turhat liikkeet.  
Toiseksi se pyrkii vähentämään vaihtelua ja epäsäännöllisyyttä niin, että materiaalit ja  
tiedot voivat kulkea keskeytyksettä. Kolmanneksi rakennusmateriaalin odotetaan olevan  
paikan päällä vain silloin, kun sitä tarvitaan. (AlSehaimi et al. 2014)

Rakentamisen hallinta leanin avulla on erilainen kuin tyypillinen nykykäytäntö, koska  
rakentamisella on selkeät tavoitteet toimitusprosessille; sen tavoitteena on maksimoida  
suorituskyky asiakkaalle; suunnitella samanaikaisesti tuotetta ja prosessia; soveltaa tuo-  
tannonvalvontaa koko hankkeen elinaikana. Lean-rakentamisen ensimmäisenä tavoit-  
teena on ymmärtää täysin rakennustuotannon fysiikka sekä riippuvuuden ja vaihtelun vai-  
kutukset pitkin toimitus- ja kokoonpanoketjuja. (Aziz & Hafez 2013)

Alsehaimi et al. (2014) mukaan huono projektihallinta on hallitseva ja yleinen syy viiväs-  
tyksiin rakennusprojekteissa. Useat osittaiset tutkimukset eri maista ovat vakuuttaneet,  
että hukat muodostavat rakennusteollisuudessa suhteellisen suuren prosenttiosuuden tuo-  
tantokustannuksista. Aziz & Hafez (2013) esittävät, että yksi tehokkaimmista tavoista  
kasvattaa rakennusteollisuuden tehokkuutta on parantaa suunnittelu- ja valvontaproses-  
sia. Suunnittelu määrittelee kriteerit ja luo strategioita, jotka tarvitaan hankkeen tavoittei-  
den saavuttamiseksi, valvonta varmistaa, että jokainen tapahtuma tapahtuu suunnitellun  
mukaisesti.

Yksi lean-rakentamisen sovelluksista on Last Planner tuotannonohjausmenetelmä, joka  
keskittyy viikkosuunnitelmaan, jossa siinä olevien tehtävien edellytykset (kuva 21) on  
varmistettu. Seppäsen et al. (2010) mukaan sallimalla ainoastaan nämä tehtävät viikko-  
suunnitelmaan, pyritään parantamaan tuottavuutta ja samalla keskitytään aktiivisesti teh-  
täviin, jotka vievät projektia eteenpäin. Kyseiset tehtävät on tarkoin määritelty ja niiden  
työmäärä on pyritty arvioimaan mahdollisimman tarkasti. Tehtävät on valittu viikkosuun-  
nitelmaan sillä edellytyksellä, että sen vastuuhenkilö katsoo voivansa luvata sen toteutu-

misen. Viikkosuunnitelmaan valittujen tehtävien toteutumista seurataan tarkasti, ja tehtävien toteutumatta jäämisen syyt selvitetään. Kun syyt on selvillä, ne voidaan ottaa yhteisen kehittämisen lähtökohdaksi. (Koskela & Koskenvesa 2003a)



**Kuva 21.** Tehtävän edellytykset (Koskela & Koskenvesa 2003b)

Last Planner tuotannonohjaus koostuu myös järjestelmällisestä valmistelevasta suunnittelusta, jossa luodaan seuraavien viikkojen tehtäville edellytykset. Valmisteleva suunnittelu on 4–6 viikon tähtäyksellä tapahtuvaa rullaavaa suunnittelua, jonka pyrkimyksenä on varmistaa ja luoda aloitusedellytykset tämän aikavälin tuleville tehtäville. (Koskela & Koskenvesa 2003b)

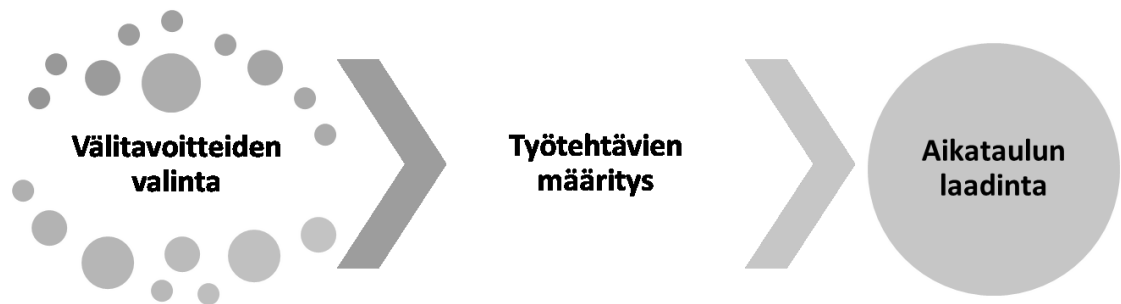
Aziz & Hafez (2013) esittävät raportissaan, että Last Planner on osoittautunut erittäin hyödylliseksi työkaluksi rakennusprosessin hallintaan, suunnittelun tehokkuuden jatkuvaan seurantaan, ennakkoinnin kehittämisen avustamiseen, työvaiheen vaihtelujen tasoitamiseen sekä vähentämään ja poistamaan epävarmuustekijöitä, jotka vaikeuttavat rakennusprosesseja. Fernandez et al. (2013) raportoivat Last Plannerin toteuttamiseen liittyvät edut seuraavasti:

- sujuva työvirtaus
- ennakoitavissa olevat työsuunnitelmat
- alentuneet kustannukset
- projektin toimitusajan lyheneminen
- tuottavuuden paraneminen
- enemmän yhteistyötä kenttähenkilöstön ja alihankkijoiden välillä.

AlSehaimin et al. (2014) Saudi-Arabiassa tekemässä tutkimuksessa Last Planner-tekniikan käyttäminen osoitti, että sen avulla pystytään parantamaan rakentamisen johtamiskäytäntöjä eri osa-alueilla sekä tuomaan merkittäviä etuja. Last Plannerin toteuttamisen avulla voitiin löytää ja käsitellä viivästyksen eri syitä. Se osoittautui hyvin ennakoivaksi lähestymistavaksi suunnitteluprosessin uudelleenorganisoinniseksi, ja sen avulla pystyttiin edistämään toimien ja työtehtävien parempaa koordinoitua hankkeen osanottajien kesken sekä avustamaan yhteistoiminnallista suunnittelua. Samalla suunnittelussa ilmenneet asiat ja tiedot voitiin toimittaa eteenpäin ohjaukseen ja valvontaan. Last Plannerin

käyttöönotthaneet työryhmät olivat organisoituja, tehokkaampia ja tuottavampia, mikä johti kokonaisvaltaisempaan projektinhallintaan.

Koskenvesa et al. (2014) esittelevät kirjassaan käännetyin vaiheaikataulun (kuva 22), joka on yksi Last Planner menetelmän työkaluista. Sen tarkoituksena on valita välitavoite, jonka jälkeen suunnitelma tehdään käänteisesti kohti nykyhetkeä. Kyseinen aikataulu tehdään usein yhdessä eri töiden vastuuhenkilöiden kanssa. Käytetyin tapa käännetyin vaiheaikataulun tekemiselle on koota seinälle kalenteri, johon urakoitsijat kirjaavat post-it -lapuille tarpeelliset tehtävät lopputuloksen aikaansaamiseksi. Merkittyjen tehtävien paras toteuttamisjärjestys suunnitellaan yhdessä. Koskenvesa et al. (2014) mukaan käännetyin vaiheaikataulun hyötynä on, että yhdessä tehty aikataulu luo pohjan yhteiselle tavoitteelle, johon sitoudutaan paremmin ja lupaukset pidetään.



**Kuva 22.** Käännetyin vaiheaikataulun laatiminen

## 4. TUTKIMUSMENETELMÄ

Tutkimus suoritettiin kvalitatiivisena haastattelututkimuksena. Haastattelu on suunniteltua toimintaa, jonka päämääränä on kerätä tietoa tutkimusongelman selvittämiseen. Haastattelumenetelmänä käytettiin puolistrukturoitua haastattelua eli teemahaastattelua. Teemahaastattelulle tyypillistä on, että haastatteluissa kysymykset ovat kaikille samat, mutta haastateltavat voivat vastata omin sanoin ilman valmiita vastausvaihtoehtoja. Teemahaastattelu keskittyy tiettyyn teemaan, jossa haastateltavien tulkinnat ja asioille antamat merkitykset ovat keskeisiä. (Hirsjärvi & Hurme 2006, s. 42-48) Teemahaastattelu katsottiin tutkimusongelman ratkaisulle sopivaksi, sillä yhteisten käytäntöjen löytäminen rakentamisen valmisteluvaiheeseen sekä rakentamisvaiheeseen vaatii tiettyihin teemoihin keskittymistä. Samalla se antaa haastateltaville mahdollisuuden vastata kysymyksiin omien kokemusten perusteella.

Hirsjärven & Hurmeen (2006) mukaan haastattelu on hyvin joustava menetelmä, jossa haastateltavan on mahdollisuus tuoda esille itseään koskevia asioita. Haastattelututkimusta on hyvä käyttää tilanteissa, jossa tiedetään, että se tuottaa monitahoisia vastauksia. Haastattelun avulla voidaan syventää saatavia tietoja mielipiteiden perustelun tai lisäkysymysten avulla. Haastattelututkimuksen tuottamien etujen lisäksi sillä on myös haittapuolia. Siinä haastattelijan rooli korostuu, sillä haastattelun tekeminen vaatii taitoa ja kokemusta. Myös aineiston tulkinta ja raportointi ovat ongelmallisia, koska niihin ei ole olemassa valmiita malleja. (Hirsjärvi & Hurme 2006, s. 35)

Haastatteluiden toteutus käynnistyi etsimällä potentiaaliset haastateltavat. Haastateltavat löytyivät helposti, sillä kohdeyrityksen henkilöstö on halukas kehittämään toimintaansa jatkuvasti, joten myös tällä diplomityöllä nähtiin merkitystä. Nähtiin, että kokoamalla aineistoa rakennushankkeen aloitusvaiheeseen, voitaisiin hanke saada käynnistettyä sujuvammin. Haastattelut suoritettiin ennalta sovittuina ajankohtina, ja haastattelun teemat sekä muutamia haastattelukysymyksiä oli annettu haastateltaville ennakoon. Tämän kautta haastateltavalla oli käsitys tulevan haastattelun teemasta. Kaikki haastattelut olivat yksilöhaastatteluja, joista osa pidettiin kohdeyrityksen toimiston neuvottelutiloissa sekä osa rakennusvaiheessa olevien kohteiden työmaatoimistoissa. Haastateltaviksi valikoitui-  
vat neljä kohdeyrityksen projektipäällikköä sekä kolme vastaavaa työnjohtajaa. Täten pyrittiin saamaan näkemyksiä ylimmän johdon tasolta sekä työmaan toteutuksesta vastaavilta henkilöiltä.

Haastatteluaineiston purkamisen voi Hirsjärven ja Hurmeen (2006) mukaan purkaa kahdella tavalla, puhtaaksikirjoittamalla eli litteroimalla tai koodaamalla päätelmät tallennetusta aineistosta. Tässä tutkimuksessa käytettiin litterointia ja jokainen haastattelu äänitettiin, joka edesauttoi vastausten purkamista. Jokaiselta haastateltavalta kysyttiin samat

kysymykset, joten haastateltavien vastaukset kirjoitettiin kysymysten alle kattavasti kirjakielisenä. Haastatteluissa työn kannalta epäoleellisia vastauksia ei kirjattu ylös. Litteroinnin avulla haastattelussa esille tulleet työtä edistävät vastaukset pystyttiin käsittelemään ja kokoamaan tuloksiin.

Haastattelujen laatua parannettiin siten, että ääninauhoja kuunneltiin, ja merkittiin ylös kysymykset, jotka olivat olleet haastateltaville haastavia tai jotka olivat erityisen hyviä. Näitä kysymyksiä voitiin painottaa seuraavissa haastatteluissa enemmän, ja sen avulla saada paremmin esille tutkimusta edistäviä vastauksia. Hirsjärven ja Hurmeen (2006) mukaan laatua parantaa myös se, että litteroinnin suorittaa mahdollisimman nopeasti haastattelun jälkeen, jolloin haastattelijalla on tarkassa muistissa haastattelutilanne. Tässä haastattelututkimuksessa litterointi suoritettiin viimeistään seuraavana päivänä haastattelusta, jolloin haastattelut olivat haastattelijan lähimuistissa.

Haastattelun teemat ja kysymykset olivat seuraavat:

### **Työmaan aloittaminen**

- Työmaan aloitusedellytykset. Mitä toimenpiteitä pitää tehdä aloitusvaiheessa?
- Miten nämä toimenpiteet on hoidettu aiemmissa projekteissa?
- Ovatko jotkin toimenpiteet kiireisimpiä? Onko jokin minkä toimittaminen vie aikaa?
- Onko asioita/toimenpiteitä, jotka meinaavat unohtua?
- Mitä yleisiä ongelmia aloitusvaiheeseen liittyy? Millaisia haasteita on ollut asiakirjojen tekemisessä ja vaatimusten täyttämisessä?
- Lakisääteiset asiat. Miten nämä on hoidettu? Kuka on ollut vastuussa?
- Miten projekteissa hoidetaan tarkastusasiakirjan täyttäminen?
- Entä kuinka varmistetaan rakennustuotteiden kelpoisuudet sekä käyttöohje- ja huoltokirjan kokoaminen?
- Työmaan aloituskokous ja siihen valmistautuminen. Mitä asioita aloituskokoukseen liittyy?
- Mitä tarkoittaa rakennushankkeen laatusuunnitelmat?
- Pidätkö toimenpiteitä ja asiakirjoja tärkeinä ja hyödyllisinä vai tehdäänkö joku asia vain lakisääteisyyden vuoksi?
- Onko jokin aloitusedellytyksiin liittyvä toimenpide tai asia, joka kannattaisi kaililla työmailla tehdä?

### **Rakennustyömaan vaiheistaminen**

- Miten vaiheistaisit kerrostalorakentamisen?
- Mitkä ovat kyseisten vaiheiden ydinkohdat? (Aloitusedellytykset seuraavalle vaiheelle)
- Miten aikatauluttaisit nämä vaiheet?
- Millä toimilla/tehtävillä nämä työvaiheet saadaan suoritettua turvallisesti ja laadukkaasti?
- Olisiko vaiheistetusta listauksesta hyötyä?

## 5. HAASTATTELUTUTKIMUKSEN TULOKSET

Haastattelututkimuksen yhtenä tavoitteena oli selvittää toimenpiteitä rakentamisen valmisteluvaiheessa, jotta työmaa saataisiin sujuvasti liikkeelle ja työt suoritettua turvallisesti ja laadukkaasti. Toinen tavoite oli selvittää kerrostalorakentamisen vaiheet sekä jokaisen vaiheen ydinkohdat. Tässä luvussa on koottuna haastattelujen tulokset ja niiden pohjalta tehdyt havainnot.

### 5.1 Työmaan aloittaminen

Työmaan aloittamisessa kaiken perustana pidettiin kaikkien haastatteluihin osallistuneiden mukaan sitä, että rakennuslupa on lainvoimainen ja leimattu. Rakentamisen saa aloittaa vasta, kun rakennuslupa on hyväksytty. Rakennusluvan muutoksenhakuajan pituus on 14–30 päivää, ja sen pituus on riippuvainen paikkakunnasta ja hankkeen koosta. Maanrakennustyöt saa yleensä aloittaa raivaustöillä ennen rakennusluvan lainvoimaisuutta, mutta tästä on hyvä kysyä kunnan rakennusvalvonnasta, ja varmistua toimenpiteistä, mitä työmaalla saa tehdä ennen kuin rakennuslupa on lainvoimainen.

Aloittamiseen liittyen pidettiin tärkeänä, että tontti missä aletaan rakentaa olisi oma, tai rakentamisesta on sovittu omistajan kanssa, jos tontti ei ole oma. Usein tontti ostetaan vasta siinä vaiheessa, kun rakentamista aloitellaan. Ennen kuin tontilla aletaan tekemään mitään, niin työmaa-alue pitää olla aidattuna ja sinne on asetettu kyltit tiedottamaan tulevasta rakennustyöstä. Kohdeyritys haluaa pitää työympäristön rakennuskohteessa siistinä, joten tontti aidataan ympäriinsä yhtenäisellä verkkoaidalla, joka voidaan varustaa esimerkiksi mainoksin. Aitaan kiinnitetään työmaakyltit, joista ilmenee työmaan tiedot, kuten työmaan kesto ja työmaan yhteyshenkilöt. Tarkempi tiedottaminen voidaan projektipäällikön mukaan hoitaa siten, että naapuritaloyhtiön ilmoitustaululle laitetaan asiallinen tiedote, jossa kerrotaan alkavasta rakennustyömaasta, jonka rakennustyöt voivat aiheuttaa häiriötä.

Kohdeyhteyksessä projektipäällikön vastuulla on huolehtia, että asuntoja on myyty riittävästi, jotta hankkeella on taloudelliset resurssit turvattuna. Haastatteluissa koettiin, että ennen aloittamispäätöstä pitää olla myyntitilanne tiedossa, eli hanketta ei aloiteta ennen kuin asuntoja on myyty riittävästi. Kun kohteet laitetaan ennakkomarkkinointiin, siinä luvataan alustavasti asukkaille, milloin kohde luovutetaan. Myynnin kautta saadaan tieto, missä vaiheessa hankinnat pitää olla tehtynä, jotta rakentaminen pystytään aloittamaan, ja kohde luovuttamaan asukkaalle luvatus aikataulun mukaisesti. Hankintaa varten täytyy suunnittelijoiden suunnitelmat olla siinä vaiheessa, että esimerkiksi elementtikuvat ovat valmiina tarjouspyyntöjä varten.



Hankintasuunnitelmaa ja hankinta-aikataulua pidettiin haastatteluissa erittäin tärkeänä. Omaperusteisessa asuntotuotannossa kaikkien työsuoritteiden tekijät ovat aliurakoitsijoita, jolloin hankintasuunnitelman merkitys korostuu. Alkuvaiheen kriittisiksi hankinnoiksi kerrottiin seuraavat: maanrakennus, perustukset, betonielementit sekä LVIS-työt. Tällä hetkellä esimerkiksi betonielementtien toimitusajat ovat pitkiä, joten ne pitää hankkia hyvissä ajoin. Käytännössä myös maanrakennus ja siihen mahdollisesti linkittyvät paalutustyöt täytyy olla hankittuna samaan aikaan. Kun edellä mainitut kriittiset hankinnat on suoritettu, voidaan alkaa tehdä työmaan aikataulutusta. Tärkeiksi hankinnoiksi mainittiin myös vesikatto ja siihen liittyvät työt sekä ikkunoiden hankinta. Muista pienemmistä urakoista sovitaan yleensä rakentamisen edetessä.

Kerrostalohankkeessa vastaavana työnjohtajana oleva kertoi haastattelussa, että kerrostalorakentamisessa koko projektin aikataulun määrää se, että vesikatto on päällä ja vaippa ummessa. Esimerkiksi, jos aloitetaan maanrakennustyöt, mutta ollaan vielä epävarmoja betonielementeistä, niin kannattaa miettiä maanrakennustöiden aloittamisen siirtoa. Vastaavan työnjohtajan mukaan ei ole kannattavaa aloittaa maanrakennustöitä, jos ei tiedetä varmaksi, mitä tapahtuu kahden kuukauden päästä, kun maanrakennustyöt on saatu tehtyä. Kriittiset hankinnat pitää siis olla tilattuna, kun työmaa aloitetaan.

Kohdeyrityksen projektipäällikön haastattelussa nousi esille, että hankinnan hyvänä tavoitteena on, että koko ajan tehtäisiin hankintoja asioista, joita tarvitaan puolen vuoden päästä. Tämä poistaisi kiireen. Kiirehankinnat rajaavat paljon pois tekijöitä, ja samalla urakkasopimuksista ja -neuvotteluista saattaa jäädä pois tärkeitä asioita ja huomioita. Ennen rakentamisen aloittamista työmaatekniikkaan liittyvät hankinnat täytyy myös huolehtia ja hankkia. Työmaatekniikalla tarkoitetaan työmaakoppeja, työmaa-aitoja ja työmaasähköä. Työmaan perustamiseen liittyvät myös kulunvalvonnan järjestäminen ja työmaan perehdytyksestä huolehtiminen.

Rakennustyön vakuutukset auttavat rakennushankkeeseen ryhtyvää varautumaan taloudellisiin menetyksiin. Haastatteluissa pidettiin tärkeänä, että hankkeen projektipäällikkö huolehtii rakennustyön vakuutukset ajan tasalle ennen rakennustöiden aloittamista. Kohdeyrityksen käytäntönä on ollut, että vakuutusedustajan kanssa käydään suunnitelmat läpi, jolloin pystytään vielä reagoimaan mahdollisiin puutteisiin suunnitelmissa. Tämä on osana kohdeyrityksen valvontaa ja laadunhallintaa. Rakennustyömaata aloittaessa perustetaan myös jokaiselle työmaalle projekti kohdeyrityksen omiin järjestelmiin, jonka kautta lähtevät tarvittavat ilmoitukset verottajalle.

## **5.2 Viranomaisvaatimusten täyttäminen**

Rakennustyömaalla pitää olla nimettynä ja rakennusvalvonnassa hyväksyttynä vastaava työnjohtaja. Eräs pitkään kohdeyrityksessä vastaavana työnjohtajana ollut korosti haastattelussa, että työnjohtoresurssit on oltava kunnossa, jotta työmaan pääsee aloittamaan. Hankkeeseen ei voi hänen mukaan lähteä, jos työmaaorganisaatioon on nimettynä vain

vastaava työnjohtaja, hankintainsinööri ja projektipäällikkö. Tällöin organisaatio ei ole vielä kunnossa, vaan pitäisi olla tiedossa, miten organisaatio tulee loppua kohden muodostumaan. Hankkeeseen pitää olla varattuna muutamia työnjohtajia eri rakennusvaiheisiin ja vastaavan työnjohtajan täytyy tietää, milloin työnjohtajat liittyvät työmaalle. Esimerkiksi vastaava työnjohtaja ei voi olla runkovaiheen työnjohtaja, sillä aika ei vastavalla riitä siihen. Ulkopuolen kiinteistön vesi- ja viemäryönjohtaja (KVV-työnjohtaja) tulee useasti urakoitsijan puolesta, ja siitä sovitaan erikseen urakkasopimuksessa. Urakoitsijan tulee tällöin hyväksyttää työnjohtaja rakennusvalvonnassa.

Tontin olosuhteista riippuen, jos esimerkiksi räjäytetään tai paalutetaan, niin vastaavilla työnjohtajilla oli tiedossa, että viranomaisvaatimuksina on tehdä kyseisiin toimenpiteisiin liittyvät meluilmoitukset ja hankkia tarvittavat luvat paalutukselle, louhinnalle ja räjäytyselle. Näistä löytyy erilliset ohjeet kuntien kotisivuilta ja niissä voi olla eroja kunnittain. Haastattelujen mukaan kyseisten töiden ilmoitusten tekemiset ja lupien hakemukset voi tehdä myös kohteen maanrakennusurakoitsija, mutta rakennuttaja on velvollinen huolehtimaan, että kaikki tarvittavat luvat on haettu ja hoidettu. Muita viranomaisilta haettava lupia ovat esimerkiksi katualuelupa ja kaivulupa. Katualuelupaa täytyy hakea, jos tarvitsee lainata kunnan katualuetta.

Liittymäsopimukset (vesi-, viemäri-, sähkö-, kaukolämpö- ja kuituliittymät) ovat tärkeä osa rakennustyömaan aloitusta. Niitä ei pystytä erään vastaavan työnjohtajan mukaan tekemään ennen kuin rakennuslupa-asiat ovat täysin valmiina. Liittymäsopimusten saamisen jälkeen tiedetään, minne kohdalle liitytään, jolloin liittymistyötä varten täytyy hankkia kaivuluvat. Kaivuluvat pitää olla, koska liittymiset ovat aina kunnan alueella. Jos liittymiskohta on kaukana, voidaan joutua katkaisemaan tie ja järjestämään kiertotie. Kiertotien järjestämiselle täytyy pyytää lupa kunnan katualueyksiköstä.

Projektipäällikön haastattelussa nousi esiin katualuekatselmus, joka on eräs viranomaisien kanssa suoritettava toimenpide rakennushankkeen aloitusvaiheessa. Katualuekatselmuksessa käydään läpi, millainen katualue on ollut ennen rakentamista. Katselmuksessa kirjataan ylös, miltä katualue on näyttänyt ennen rakennustöiden aloittamista. Katselmuksen avulla pystytään osoittamaan, mitä mahdollisia vahinkoja rakennustyöt ovat katualueeseen aiheuttaneet, mutta myös sen, ettei loppukatselmuksessa määrätä tekemään sellaisia katualueen korjauksia, mitä rakennustyöt eivät ole aiheuttaneet.

Lakisääteisten asioiden hoitamisesta vastaa haastattelujen mukaan työmaan vastaava työnjohtaja. Vastaavalla työnjohtajalla on paljon huolehdittavaa, joten nähtiin, että on tärkeää osata delegoida asioita joko urakkasopimukseen kuuluvaksi tai muiden työnjohtajien työlistalle. Vastaavalla työnjohtajalla on kuitenkin vastuu huolehtia, että kaikki tarvittavat luvat ja ilmoitukset tulevat tehdyksi. Esimerkiksi maanrakennusurakan urakkaneuvotteluissa voidaan sopia urakkaan kuuluvaksi, että urakoitsija tekee tarvittavat ilmoitukset viranomaisille, ja pitää kohdeyrityksen organisaation ajan tasalla näistä ilmoituksista ja lupahakemuksista.

### 5.3 Työmaan aloittamisen haasteet

Haastatteluissa kysyttiin toimenpiteistä, joiden toimittaminen vie aikaa. Koettiin, että viranomaisten kanssa toimimiseen kannattaa varata hyvin aikaa. Esimerkiksi eräs työmaa oli alkanut heti kesälomien jälkeen elokuussa, jolloin osa rakennusvalvonnasta oli vielä lomalla. Tämä johti siihen, että aloituskokouksen pitämisen sai sovittua vasta kolmen viikon päähän. Toisena esimerkkinä kerrottiin, että nurkkapisteiden merkintä saadaan tilattua muutamassa päivässä, mutta niiden laskenta saattaa viedä kaksi viikkoa. Tämä johtuu siitä, että merkinnän ja laskennan hoitavat eri ihmiset.

Toinen aikaa vievä toimenpide on haastattelujen mukaan liittymäsopimusten tekeminen. Liittymillä tarkoitetaan sähkö-, vesi-, viemäri-, kuitu- ja kaukolämpöliittymiä. Esimerkiksi haastatteluissa tiedostettiin, että sähköliittymäsopimuksen tekemiseen pitää olla tieto sähköntarpeesta, eli pääsulakkeiden koko. Sähkösuunnitelma täytyy olla valmis, jonka perusteella sähköyhtiö laskee, mistä muuntajasta sähkön syöttäminen pystytään toimittamaan. Kaukolämpösopimusta varten pitää olla kuvat valmiina ja ladattuna energiyhtiön omaan järjestelmään. Kuvilla tarkoitetaan KVV-suunnitelmia, jotka LVI-suunnittelija lisää energiyhtiön projektipankkiin. Liittymäsopimusten tekemisissä menee vastaavien työnjohtajien mukaan yleensä muutamia viikkoja, mutta Helsingin seudun ympäristöpalveluiden, HSY:n, vesi- ja viemärisopimuksien tekemisessä voi mennä jopa neljä viikkoa. Vesi- ja viemäriliittymissä on ollut haastattelujen mukaan ongelmana se, kun kaivetaan kuoppa auki ja pitäisi liittyä esimerkiksi viemäriverkostoon, niin siihen pitää tilata liitostyö HSY:ltä. Tämän toimittaminen vie aikaa, että liitostyöt tullaan tekemään. Vaaditaan suunnitelmallisuutta ja ennakkointia, ettei monttu olisi auki kovin kauaa. Yksi haastatelluista vastaavista työnjohtajista mainitsi, että olisi hyvä heti maanrakennusvaiheessa suorittaa kaikki liittymien liitostyöt ja kaapelien siirrot, ettei niitä aleta tehdä rungon pystytyksen jälkeen.

Edellä mainittujen liittymäsopimusten hoitaminen oli toimenpide, joka kerrottiin haastatteluissa monesti unohtuvan. Monesti liittymäsopimukset on tehty liian myöhään. Esimerkkinä eräs työmaa oli ollut kaksi kuukautta ilman vettä, koska liittymäsopimusta ei oltu tehty ajoissa. Myös rakennustöiden ennakkoilmoituksen tekeminen aluehallintovirastoon voi unohtua, sillä sitä ei esimerkiksi rakennusvalvonnassa kukaan kysy missään vaiheessa. Haastatteluissa korostettiin sitä, että rakennustyömaan aikaiset vakuutukset tulee hoitaa ajoissa. Tämän kerrottiin olevan projektipäällikön vastuulla.

Rakennustyömaan aloitusvaiheessa koettiin haasteelliseksi, että toimenpiteiden hoitamiseen on ollut vaillinaiset ohjeistukset, mitä missäkin vaiheessa pitää tehdä tai olisi hyvä tehdä. Ennakoimalla selviää kaikesta ilman kiirettä, jolloin toimenpiteet saadaan tehtyä oikea-aikaisesti, kun tiedetään mitä pitää tehdä. Yhdeksi haasteeksi nostettiin myös se, että viranomaisten vaatimat työmaasuunnitelmat tulisi käydä tarkasti läpi, että ne täyttäisivät kaikki lakisääteiset vaatimukset aukottomasti. Tähän todettiin ratkaisuksi, että käytettäisiin konsulttia, koska monet kohdeyrityksen mallisuunnitelmat ovat vielä raakileita.

Kosteudenhallinnan viranomaisvaatimukset kiristyivät tänä vuonna, ja sen hallintaan vaaditaan nykyään tarkemmat selvitykset ja suunnitelmat. Kosteudenhallinnan toteuttaminen on koettu kohdeyrityksen sisällä haastavaksi, mutta tällä hetkellä kohdeyrityksellä on Kuivaketju10-toimintamallin pohjalta tehty oma kosteudenhallintaselvitys ja -suunnitelma. Koettiin, että aloitusvaiheessa on huomattava, että kosteudenhallintasuunnitelma on päivitettävä vastaamaan kyseisen työmaan olosuhteita ja tarpeita.

Rakennustyömaan aloitusvaiheen toimenpiteiden hoitamiselle ei ollut haastattelujen perusteella mitään yhtenäistä käytäntöä. Projektikohtaisesti on eroavaisuuksia siinä, kuka aloitusvaihetta hoitaa. Yleisesti aloitusvaiheesta vastaa työmaalle nimetty vastaava työnjohtaja. Mikäli vastaavaa työnjohtajaa ei ole heti nimettynä, niin projektipäällikkö tai projekti-insinööri hoitaa aloitusvaiheen toimenpiteitä. Toimenpiteitä on tehty sitä mukaa, mitä tullut mieleen, ja mitä asioita tullut vastaan matkan varrella. Eräällä työmaalla vastaava työnjohtaja teki aloitusvaihetta ensimmäistä kertaa, joten muistilista aloitusvaiheeseen olisi hyvä työkalu.

## 5.4 Aloituskokoukseen valmistautuminen

Rakentamisen aloituskokoukseen valmistautumista voitaisiin haastattelun mukaan korostaa enemmän. Aloituskokoukseen valmistautuminen on hyvä aloittaa sillä, että pyytää kunnan rakennusvalvonnasta aloituskokouspöytäkirjapohjan, koska niissä on eroja kuntien välillä. Toisena asiana on rakennusluvan läpikäynti, jotta muistaa rakennusluvassa mahdollisesti olevat erityisehdot. Nähtiin, että kokoukseen valmistautumisessa kannattaa miettiä kysymyksiä, mitä rakennusvalvontaviranomainen voi kysyä rakentamiseen liittyen. Nyt pinnalla olevia asioita ovat laadun- ja kosteudenhallinta, joihin pitää olla valmiit suunnitelmat. Vastaavan työnjohtajan täytyy osata vastata, miten rakennushankkeen laadunhallinta toteutetaan. Suunnitelmiin perehtymisen kautta saa käsityksen, miten työt rakennuskohteessa suoritetaan, jolloin osaa myös vastata rakennusvalvonnan esittämiin kysymyksiin. Tämä tarkoittaa, että vastaavalla työnjohtajalla pitää olla suunnitelmat tehtyinä ja hänen tulee tietää, mitä ne tarkoittavat. Eräs projektipäällikkö mainitsi, että jos kosteudenhallintasuunnitelmaa ei ole tehty, tai ei tiedetä, miten se aiotaan toteuttaa, niin aloituskokousta ei kannata varata.

Haastatteluissa koettiin, että aloituskokouksessa sovitaan yleensä rakennusvalvonnan kanssa seuraavat askeleet, miten edetään, ja milloin suoritetaan seuraavat rakennusvalvonnan haluamat katselmukset. Katselmuksilla valvontaviranomainen huolehtii omalta osaltaan rakentamisen laadusta. Esitettiin, että viranomaisten vaatimia katselmuksia voivat olla pohjakatselmus, sijaintikatselmus, rakennekatselmukset, käyttöönottokatselmus sekä loppukatselmus. Pohjakatselmus suoritetaan yleensä ennen ensimmäisen perustusrakenteiden valua. Perustusrakenteiden valamisen jälkeen on vuorossa sijaintikatselmus. Rakennekatselmuksia tehdään eri rakennusvaiheiden jälkeen. Esimerkiksi viranomainen, yleensä kunnan rakennustarkastaja, suorittaa katselmuksen, kun vesikaton rakenteet on

asennettu, sidonnat tehty ja runko kokonaan valmis. Ennen tätä rakennekatselmus voidaan suorittaa esimerkiksi ennen väestönsuojan betonivalua tai ennen ensimmäisen ontelokentän saumavalua. Haastatteluissa nähtiin, että rakennushankkeen vastaavan työnjohtajan vastuulla on pitää rakennusvalvontaviranomainen ajan tasalla rakennustyön etenemisestä, ja järjestää ajat aloituskokouksessa määrätyleisille katselmuksille. Aloituskokouksessa tulee rakennushankkeeseen olla nimettynä ja hyväksyttyinä vastuuhenkilöt, kuten vastaava työnjohtaja ja erityisalojen (KVV ja IV) työnjohtajat. Vastaava työnjohtaja yleensä järjestää aloituskokousajankohdan rakennusvalvonnasta ja pyytää paikalle myös rakennushankkeeseen ryhtyvän edustajan sekä pääsuunnittelijan.

Rakennustyön aloituskokouksessa on yhtenä kohtana tarkastusasiakirja ja sen täyttäminen. Haastatteluissa kysyttiin, miten rakennustyön tarkastusasiakirjan täyttämien hoidetaan. Nähtiin, että aloituskokousta varten tulee olla tiedossa, mitä tarkastusasiakirjaa hankkeessa käytetään. Kunnan rakennusvalvonta antaa aloituskokouksessa tarkastusasiakirjan yhteenvetolomakkeen, johon merkitään, kuka on vastuuhenkilönä kussakin tarkastustoimenpiteessä. Vastaava työnjohtaja ilmoittaa esimerkiksi pääsuunnittelijalle, milloin mikäkin tarkastusta vaatima työnsuoritus on tehty, jotta pääsuunnittelija voi tulla tekemään vaaditun tarkastuksen ja kuittaamaan sen tarkastusasiakirjaan. Haastatteluissa koettiin, että tarkastusasiakirjan yhteenvetolomake on asiakirja, joka rakennusvalvontaa kiinnostaa rakennushankkeen käyttöönotto- ja lopputarkastuksessa. Kyseisen asiakirjan tarkastukset tulee olla suoritettuna ja kuitattuna ennen käyttöönottotarkastusta.

Kohdeyrityksen työmailla on ollut käytössä myös ympäristöministeriön laatima tarkastusasiakirja, jonka täyttämisestä vastaa työmaan vastaava työnjohtaja. Ympäristöministeriön tarkastusasiakirjaa pidetään hyvänä, mutta ei kovin käyttökelpoisena asiakirjana. Projektipäällikön mukaan tarkastusasiakirjaa ei välttämättä tule täytettyä järjestelmällisesti, sillä se sisältää paljon kohdeyrityksen kohteisiin sopimattomia tarkastuksia. Kohdeyrityksellä on teossa oma rakennustyön tarkastusasiakirja, josta pyritään tekemään omaa kerrostalotuotantoa palveleva asiakirja. Tämä tarkastusasiakirja tulee olemaan osana laatusuunnitelmia ja ennen kaikkea laadunvarmistusta.

Rakentamisen aloituskokouksessa yhtenä kohtana on rakennustuotteiden kelpoisuudet. Kohdeyrityksessä rakennustuotteiden kelpoisuudet varmistetaan aika lailla jo siinä vaiheessa, kun tehdään urakkasopimuksia. Urakoitsijat veloitetaan käyttämään sertifioituja tuotteita. Kohdeyrityksen toimintatapana on, että urakoitsijat veloitetaan toimittamaan materiaalien kelpoisuustodistukset, tarkat materiaalitiedot sekä käyttö- ja huolto-ohjeet työmaalla käytetyistä materiaaleista. Urakkasopimukseen on kirjattuna, että urakoitsijat toimittavat kaikki tarvittavat materiaalitiedot ennen viimeisen maksuerän maksamista. Vastaavan työnjohtajan mukaan kyseiset tiedot tulee kirjata urakkasopimukseen, eikä käydä materiaaliasiaa läpi vasta urakan aloituskokouksessa, sillä urakkasopimus on asiakirjana merkittävämpi kuin aloituskokouspöytäkirja. Työmaalla työnjohtajat valvovat, että käytetyt tuotteet ovat suunnitelmien mukaisia ja vaatimukset täytettäviä. Jos niistä poiketaan, pitää kohdeyritykseltä saada hyväksyntä etukäteen.

Työmaalla on haastattelun projektipäällikön mukaan tärkeää kerätä materiaalitietoja rakentamisen aikana, sillä se helpottaa huomattavasti käyttö- ja huolto-ohjeiden kokoamista hankkeen loppuvaiheessa. Jokaisen työnjohtajan velvollisuus on kerätä omien urakoiden urakoitsijoilta tarvittavat materiaalitiedot. Kohdeyrityksen työmaalla käyttö- ja huoltokirjan kokoamiseen nimetään yksi työnjohtajista henkilöksi, joka kokoaa kaikki tiedot yhteen sähköiseksi huoltokirjaksi, joka luovutetaan asunnonomistajan, taloyhtiön, isännöitsijän ja kiinteistöhuollon käyttöön. Rakennustuotteiden yhteensopivia tuotestandardoja kokoava Hen-helpdesk auttaa työnjohtajaa tietojen kokoamisessa, koska sieltä pystyy tulostamaan lomakkeen, josta selviää mitä tietoja mistäkin tuotteesta ja materiaalista tarvitaan. Kohdeyrityksellä on myös käytössä Excel-tiedosto, johon kerätään materiaalitietoja.

Haastatteluissa kysyttiin myös rakennushankkeen laatusuunnitelmista, jotka ovat osana rakennusvalvonnan aloituskokousta. Nähtiin, että kohdeyrityksellä ei ole varsinaista laatusuunnitelmaa, mutta nyt teossa oleva oma rakennustyön tarkastusasiakirja tulee olemaan osana laatusuunnitelmia. Laatusuunnitelma katsottiin laajaksi käsitteeksi, joka sisältää erilaisia suunnitelmia ja työmaan aikatauluja, jotka toimivat laadunvarmistustoimenpiteinä. Esimerkkeinä suunnitelmista ovat kosteudenhallintasuunnitelma, pölynhallintasuunnitelma, turvallisuussuunnitelma ja aluesuunnitelma.

## 5.5 Rakentamisen vaiheistus

Kerrostalarakentamisessa korostuu haastattelujen mukaan runkovaihe ja siihen liittyvien töiden hallinta. Maanrakennus- ja perustustyöt täytyy olla tietyssä pisteessä, ennen kuin elementtiasennukset voidaan aloittaa. Nähtiin, että ideaalitulanteessa maanrakennukseen liittyen kaikki kaivutyöt olisi tehty ja pinnat muokattu oikein. Ennen perustuksien tekoa tulisi kaikki sisä- ja ulkopuoliset putket ja sähkökaapelit olla vedettyinä. Tämä tarkoittaa, että ulkopuolen viemärit on asennettu, kaikki kaivot ovat paikoillaan ja lämpökanaalit sekä maakaapelit ovat asennettuina. Perustuksien teossa kaikki anturat ja sokkelit täytyy olla valmiina ja alapohjaontelot asennettuina, jonka jälkeen maanrakennus saadaan päätettyä ulkopuolen täyttöihin. Koettiin, että runkovaihe on edellä mainittujen vaiheiden jälkeen turvallista aloittaa, ja nosturin voi tuoda työmaalle.

Kohdeyrityksen kokenut vastaava työnjohtaja toi haastattelussa esiin kerrostalon runkovaiheen työvaiheet. Runkovaiheessa elementit asennetaan kerros kerrallaan, ja välissä suoritetaan laattojen asennukset ja saumavalut. Runko nousee ylös, jonka jälkeen vesikatto tehdään pitäväksi. Runkovaihe voidaan katsoa päättyneeksi, kun rakennuksessa on vaippa ummessa. Tätä kohtaa pidettiin kaikissa haastatteluissa oikeastaan koko rakennusvaiheen tärkeimpänä. Kun vaippa on ummessa, vesikatto on vedenpitävä ja rakennuksessa on väliaikainen lämmitys päällä. Tämä tarkoittaa, että kaikki valutyöt on tehty, vesikatto ja vesikaton varusteet on asennettu sekä ikkunat ja parvekeovet on asennettu. Mitään kosteudelle altista työtä ei haastattelujen mukaan suositella tehtäväksi ennen kuin vesikatto on tehty. Tällöin betonirakenteiden kuivuminen on hallinnassa ja sisätyövaihe

pääsee käyntiin. Runkovaiheessa, ennen kuin vaippa on ummessa, kannattaa varmistaa, että jokaiseen kerrokseen on nostettuna kaikki tarvittavat aco-kivet, kipsilevyt ja ikkunat.

Sisätyövaihe voidaan jakaa haastattelujen perusteella kolmeen selkeään välitavoitteeseen, jotka ovat lämpölattian teko, parkettiasennus ja loppusiivous. Jokaiseen tavoitteeseen päästään tiettyjen työvaiheiden kautta. Lämpölattian tekemistä edeltävää kipsilevyväli-seinät, kylpyhuoneen viemäröinnit ja valut sekä kaikki LVIS-putkitukset. Parkettiasennusta ennen tehtävät työsuoritteet koostuvat kylpyhuoneen laatoituksista, tasoite- ja maa-laustöistä sekä kiintokalusteasennuksista. Loppusiivousta ennen täytyy tehdä parketti-asennukset, välioviasennukset sekä listoitustyöt.

Haastatteluissa nousi esiin projektipäälliköiden painotus, että ennen parkettiasennusta on kaikki työt tehty, ettei valmiille lattiapinnalle tule kolhuja. Ennen parkettiasennusta pitää olla moni asia tehtynä. Parveke on esimerkiksi oltava täysin valmiina. Tämä tarkoittaa, että parvekkeella kaikki betonityöt on tehty, maalaukset suoritettu ja kaiteet sekä lasitukset asennettu. Sisällä kylpyhuoneessa on laatoitukset sekä alakatot tehty ja kalusteet asennettu.

Yksi projektipäälliköistä esitti, että eräs merkittävä vaihe loppuvaiheessa on sisätyön päättymisen siihen, että loppusiivous on tehty, jonka jälkeen ilmanvaihtokoneet päästään laittamaan päälle ja säätämään ilmamäärät. Tämä vaihe tulisi olla valmis kaksi kuukautta ennen luovutusta, jolloin loppuvaiheen korjauksiin ja luovutukseen jäisi riittävästi aikaa.

Haastatteluissa haluttiin korostaa sitä, että yleisiä tiloja ajateltaisiin samalla tavalla kuin asuntoja. Hyvänä tavoitteena olisi, että ennen sisäisiä tarkastuksia myös yleiset tilat olisivat valmiina. Monesti yleiset tilat voivat jäädä pienemmälle huomiolle, ja sen myötä jälkeen aikataulusta. Tähän esitettiin toimenpiteeksi, että yleisille tiloille tehtäisiin oma aikataulu.

## 6. KEHITYSEHDOTUKSET

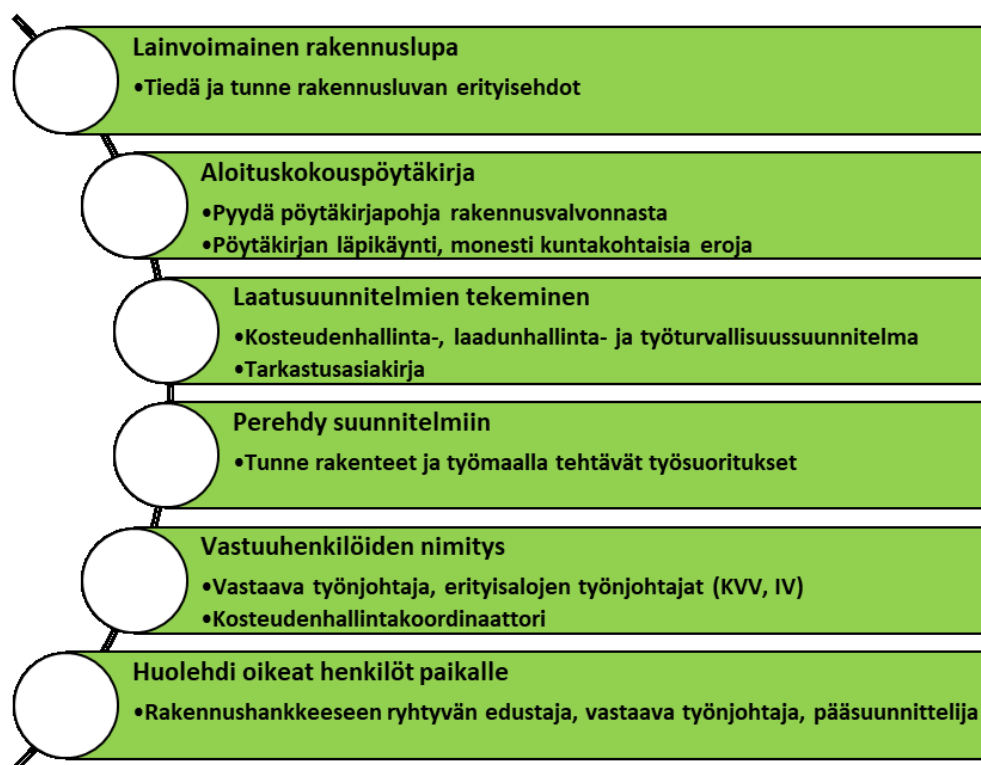
Tämän diplomityön tulosten ytimen muodostavat haastattelututkimuksesta saadut tiedot. Tulokset luvussa kootaan ensimmäiseksi haastatteluissa esiin nousseita asioita, jotka ovat rakennustyömaan aloittamisen keskiössä. Lopuksi esitetään kerrostalorakentamisen vaiheistamista sopivien välitavoitteiden avulla.

### 6.1 Rakennustyömaan aloitusedellytykset

Rakennustyömaan aloitusvaiheeseen pyrittiin selvittämään ja löytämään toimenpiteet turvalliseen ja laadukkaaseen rakentamisen aloittamiseen. Toimenpiteet koostuvat lakisääteisistä asiakirjoista sekä hyväksi havaituista käytännöistä, joiden avulla työmaan käynnistäminen onnistuu hallitusti. Maankäyttö- ja rakennuslaki (1999) asettaa tietyt vaatimukset rakentamiselle, joita Ympäristöministeriön (2006) laatima Suomen rakentamismääräyskokoelma omalta osaltaan täydentää. Monet säädökset ja vaatimukset pohjautuvat rakennushankkeeseen ryhtyvän huolehtimisvelvollisuuteen, jonka tarkoituksena on johdattaa hanke turvalliseen ja laadukkaaseen lopputuotteeseen hyvää rakennustapaa noudattaen.

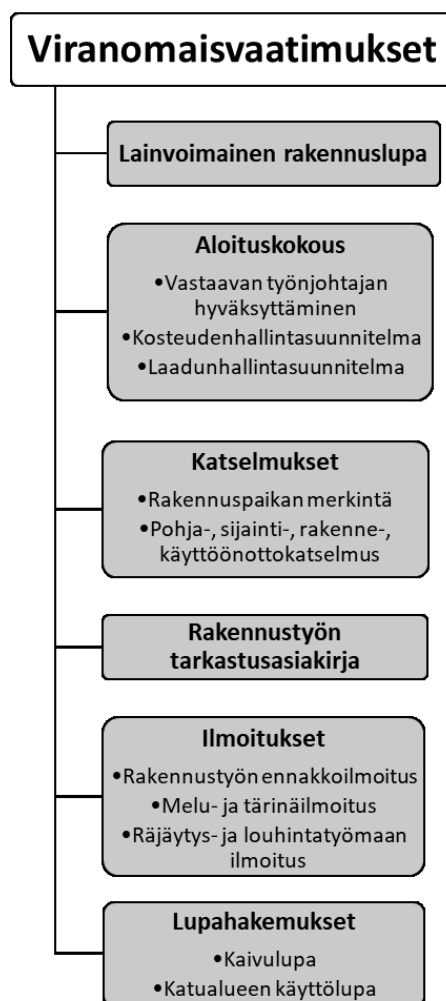
Rakennushanke lähtee varsinaisesti liikkeelle rakennuslupaprosessista, jossa valvotaan, että rakennettava rakennus täyttää lakien ja kunnan asettamat vaatimukset. Rakennuslupa täytyy olla lainvoimainen, jotta rakennustyöt voidaan aloittaa. Lainvoimainen rakennuslupa on yhtenä edellytyksenä rakentamisen aloituskokoukselle, joka pidetään kunnan rakennusvalvonnassa. Aloituskokouksen tarkoituksena on Ympäristöministeriön (2015) mukaan määrittää rakennushankkeeseen ryhtyvän velvoitteet, rakennustyön keskeiset osapuolet ja heidän tarkastustehtävät. Aloituskokous on haastatteluiden mukaan suositeltavaa varata hyvissä ajoin, esimerkiksi työmaan perustamisen yhteydessä, kun työmaa on aidattu. Aloituskokoukseen liittyviä toimenpiteitä on esitetty kuvassa 23.





*Kuva 23. Aloituskokousta edeltävät toimenpiteet*

Viranomaisvaatimukset ja lakisääteiset asiakirjat olivat haastattelujen mukaan tärkeitä. Niiden uskottiin parantavan työn laatua, organisointia ja hallintaa sekä aikataulutusta. Asiakirjat muodostavat selkeät linjat tarvittavista toimenpiteistä ja tarkastuksista, joiden avulla rakentaminen on hallittua ja työnsuorittaminen turvallista. Koettiin, että jos vastaava työnjohtaja kuittaa tarkastusasiakirjaan nimen, niin hänen on oikeasti tiedettävä, että asiat ovat varmasti kunnossa ja työvaihe tehty suunnitelmien mukaisesti. Samalla asiakkaalle pystytään jälkeenpäin todentamaan, että asiat on tehty. Varsinkin, jos ensimmäisiä kertoja laittaa hanketta liikkeelle, niin asiakirjojen täyttäminen laittaa perehtymään aiheeseen. Esimerkiksi eräs vastaava työnjohtaja esitti, että sähköistyssuunnitelma saattaa kuulostaa turhalta, mutta sen tekemisen kautta tulee tarkasti mietittyä sähköistykset jokaiseen kerrokseen. Nähtiin myös, että on sitä tärkeämpi perehtyä aiheeseen ja tehdä suunnitelmia, mitä vähemmän on kokemusta. Kokemuksen kautta asiat tulevat mieleen automaattisesti, eikä työn ohjaamiseen tarvitse välttämättä tehdä suunnitelmia. Seuraavassa kuvassa 24 on esitetty viranomaisvaatimukset, jotka tulee täyttää ennen rakennustöiden aloittamista.



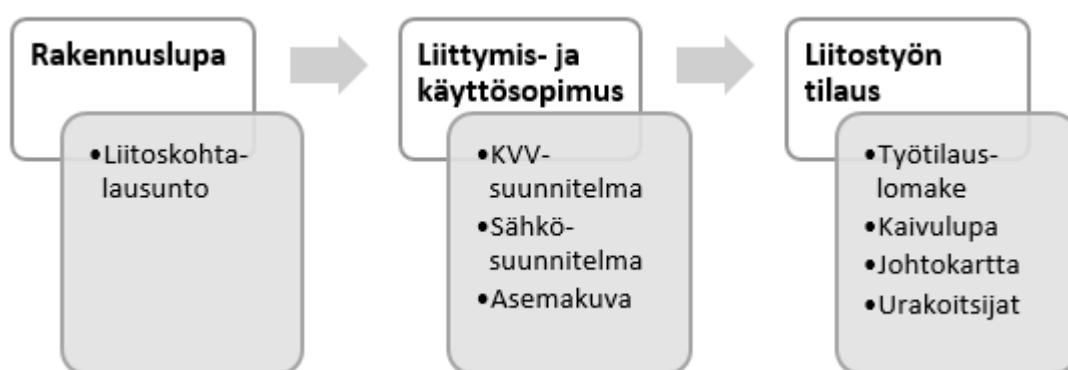
**Kuva 24.** Rakennustyömaan aloitusvaiheen viranomaisvaatimukset

Aloitusedellytyksiin liittyen ei löytynyt haastattelujen perusteella mitään yksittäistä toimenpidettä tai asiaa, joka kannattaisi tehdä kaikilla työmailla. Tärkeämpi on pystyä ajattelemaan kokonaisuutta ja järjestystä, miten asiat kannattaa suorittaa, kuitenkin niin, että yksittäisiä asioita ei jää tekemättä. Kokonaisuuden hallinnassa on pohdittava, miten tehdyt asiat vaikuttavat toisiinsa, ja toisaalta mihin asioiden tekemättä jättäminen voisi vaikuttaa. Työmaita on monenlaisia, joten korostettiin yhtenäisiä toimenpiteitä työmaan sujuvaan aloittamiseen. Toimenpiteisiin liittyä, että aloitus on selkeästi suunniteltu, ja työmaalle saadaan työmaatoimistot mahdollisimman aikaisessa vaiheessa.

Jotta rakennustyöt saadaan sujuvasti liikkeelle, tulee huomioida myös työmaatekniikkaan liittyviä seikkoja sekä hyviä käytäntöjä. Rakennustyöt vaativat jatkuvaa työsuoritteiden valvontaa, joten työmaaorganisaatioon tulee kuulua vastaavan työnjohtajan lisäksi työnjohtajat eri rakennusvaiheille sekä hankintainsinööri huolehtimaan hankinnasta. Omaperusteisessa asuntotuotannossa kaikki työt tehdään aliurakoina, joten valvonta ja laadunvarmistus korostuvat. Hankinnan oikea-aikaisuus on tärkeää, ja ennen aloitusvaihetta kriittiset hankinnat, kuten maanrakennus-, perustus- ja betonielementtitilaukset tulee olla

vahvistettuina. Hankinnoissa tarjouspyyntöihin sisältyvät suunnitelmat on huolehdittava valmiiksi ajallaan, jotta urakoista voidaan pyytää tarjouksia.

Rakentamisen aloitusvaiheen eteneminen muodostuu tietyistä prosesseista, joissa edetään vaihe kerrallaan haluttuun lopputulokseen pääsemiseksi. Yksi prosessi on liittymäsopimusten tilaaminen, jonka oikea-aikaista huolehtimista korostettiin haastatteluissa. Liittymäsopimusten tekemiseen tulee varata aikaa, koska sopimusten tekeminen ja liitostyöt vievät aikaa useamman viikon. Jokaisen liittymäsopimuksen tekemiseen vaaditaan kuitenkin alan suunnitelmia, joista liittymien toimittajat saavat tarvittavat tiedot käyttötärpeestä. Liittymäsopimuksia seuraa liitostyöt, jotka tilataan työmaalle 2–3 viikon varoitusaajalla. Alla esitetyssä kuvassa 25 kuvataan liittymäsopimusten syntymistä, jossa jokaisella vaiheella on tietty edellytys, ennen seuraavan vaiheen käynnistymistä.

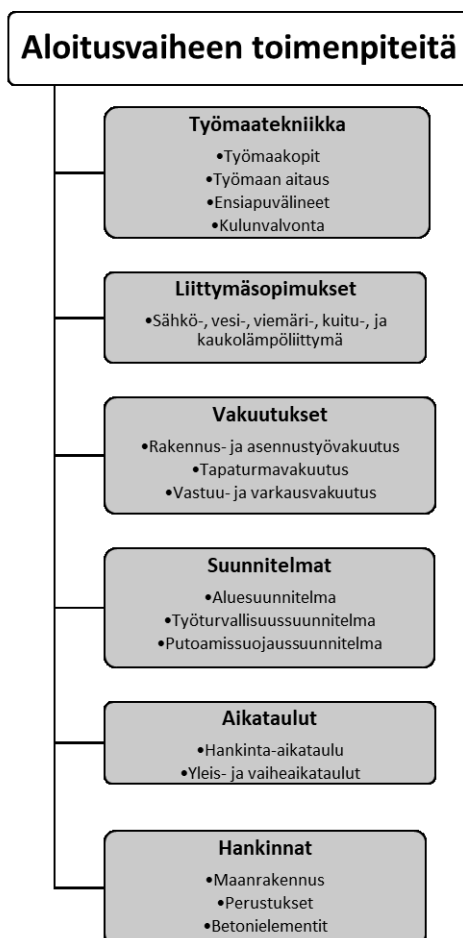


**Kuva 25.** Liittymäsopimusten syntyminen

Työmaan turvalliseen ja laadukkaaseen suorittamiseen kuuluvat erilaiset työmaasuunnitelmat, jotka koettiin haastatteluissa hyödyllisiksi asiakirjoiksi, koska ne toimivat hyvinä työnohjauskappaleina jokaiseen työvaiheeseen. Kohdeyrityksen vastaavat työnjohtajat pitivät tärkeinä seuraavia työmaasuunnitelmia: työmaan aluesuunnitelma, sähköistys-suunnitelma, putoamissuojaussuunnitelma, elementtien asennussuunnitelma, työturvallisuussuunnitelma sekä pölynhallintasuunnitelma. Rakentamisen aloituskokouksessa kiinnitetään haastattelujen perusteella huomiota turvallisuuteen ja kosteudenhallintaan. Näitä varten kohdeyrityksellä on tapana tehdä kosteudenhallintaselvitys ja -suunnitelma, laadunhallintasuunnitelma sekä työturvallisuussuunnitelma.

Työmaan aikataulutuksella ja aikataulunhallinnalla on suora yhteys rakentamisen laatuun. Junnoson (2010) mukaan aikataulu on rakennushankkeen tuotannonhallinnan keskeisin osa, joka vaikuttaa vahvasti kustannuksiin, laatuun ja työturvallisuuteen. Aikataulun tekemisen lähtökohtana pidettiin haastattelussa sitä, että isot hankinnat ovat tehtynä. Ei ole hyötyä suunnitella aikataulua, jos ei ole varmuutta eri työvaiheiden tekijöistä ja materiaaleista.

Kuvassa 26 on esitetty aloitusvaiheen toimenpiteitä, jotka edistävät työmaan sujuvaa aloittamista ja hallintaa. Kaikki esitetyt toimenpiteet ovat yksittäisiä toimenpiteitä, joita ei voi jättää tekemättä.



**Kuva 26.** Aloitusvaiheen tärkeitä toimenpiteitä

Tämän tutkimuksen yhtenä tuloksena on liitteenä A oleva aloitusvaiheen muistilista, jossa on koottuna haastattelujen ja kirjallisuuden kautta kerätyt tärkeät toimenpiteet, jotka täytyy tehdä rakennushankkeen alkuvaiheessa. Muistilistan avulla vastaava työnjohtaja voi aloitusvaiheen edetessä tarkastaa ja tehdä toimenpiteitä työmaan sujuvaan aloittamiseen. Listauksen avulla on mahdollista myös yhtenäistää kohdeyrityksen käytäntöjä. Muistilista voi toimia rakennushankkeeseen nimetyn projektipäällikön ja vastaavan työnjohtajan aloituspäätöskokouksessa, jossa käydään läpi aloitusvaiheen toimenpiteet, ja tehdään vastuunjako.

## 6.2 Rakennustyömaan vaiheistaminen

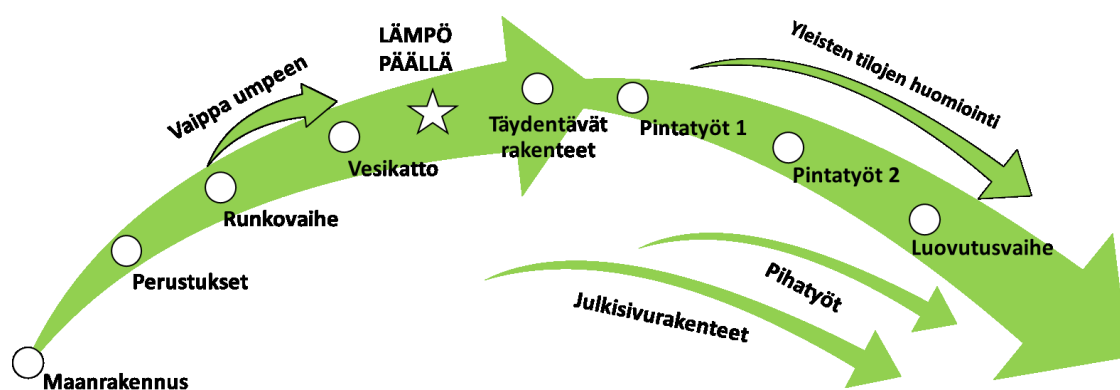
Haastatteluissa huomattiin, että jakamalla rakennusvaihe osiin, voitiin jokaiselle vaiheelle löytää jokin tavoitetilanne tai -taso ennen kuin seuraava vaihe voidaan aloittaa. Päästäkseen tiettyyn tavoitteeseen tulee miettiä siihen tarvittavia tehtäviä ja työsuoritteita.

Rakentamista lähetettiin vaiheistamaan määritetystä tavoitteesta sitä edeltäviin toimenpiteisiin. Huomattiin, että taustalla oleva teoria ja käytäntö on käännetty vaiheaikataulu (KVA). Aikaisemmin luvussa 3 esitetyn käännetyn vaiheaikataulun teoriaan on kuvassa 27 lisätty haastatteluissa esille nousseita kerrostalorakentamisen välitavoitteita.



**Kuva 27.** Käännetyn vaiheaikataulun teoria välitavoitteineen

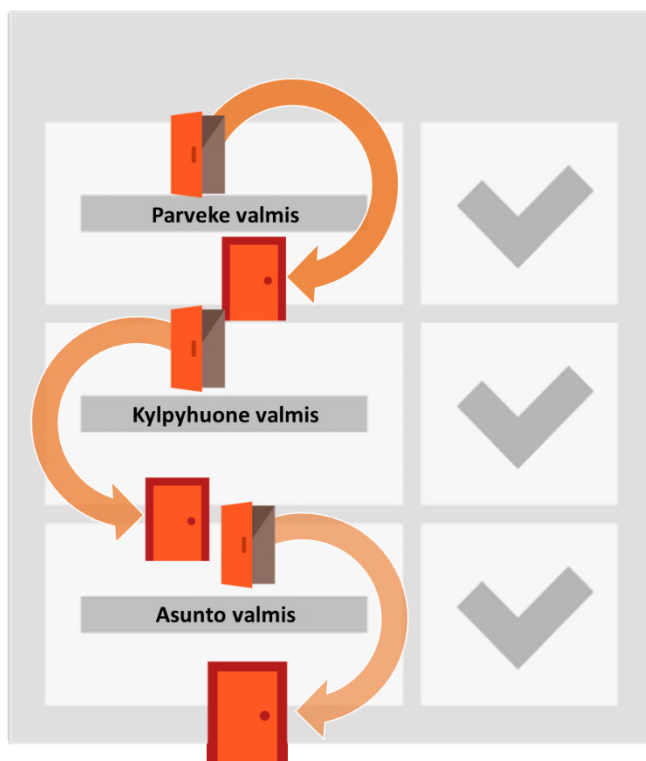
Rakennushanke on monimutkainen prosessi, jonka hallinnassa on olennaista paloitella se hallittaviksi kokonaisuuksiksi. Haastattelujen kautta määritetyt kerrostalon rakentamiskäytännöt on esitetty kuvassa 28. Tähdellä merkittyä vaihetta ”lämpö päällä”, pidettiin haastatteluissa tärkeänä välitavoitteena. Tällä tarkoitetaan vaihetta, kun rakennuksen vaippa on saatu umpeen, niin voidaan käynnistää rakennuksen väliaikainen lämmitys. Kerrostalorakentamisessa tulee myös huomioida yleiset tilat, joilla tarkoitetaan rappukäytäviä, häkkivarastoja sekä aulatiloihin, että niiden valmistuminen ei jäisi muista töistä jälkeen.



**Kuva 28.** Kerrostalon rakentamiskäytännöt

Kerrostalorakentamisen hallittavuutta voidaan vielä kasvattaa sillä, että jaotellaan kuvan 28 vaiheet siten, että etsitään työvaiheita näiden vaiheiden sisältä, jotka ovat tarpeellisia tehdä ennen seuraavaa vaihetta. Esimerkiksi, että tehdään parvekkeet ja kylpyhuoneet valmiiksi ennen parkettiasennusta. Voidaan kuvitteellisesti sulkea ovia (kuva 29), kun työt ovat valmiina. Kyseinen vaiheistus vaatii suunnitelmallista ajattelua. Tämä tarkoittaa

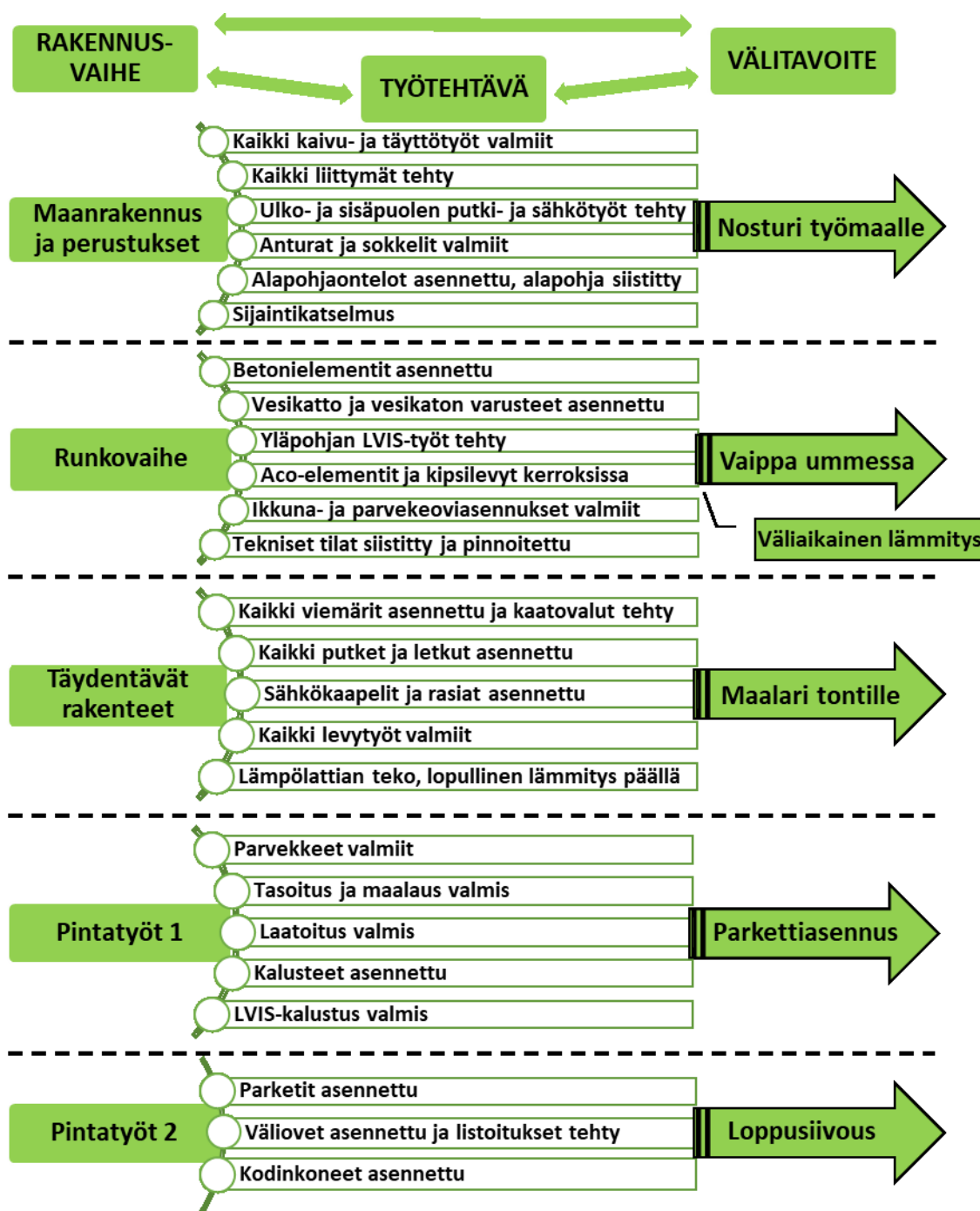
kerrostalorakentamisessa sitä, että parveke tehdään valmiiksi ennen asuntoa ja asunto valmiiksi ennen käytävää. Samaa voi jatkaa siten, että ylin kerros ennen alinta kerrosta.



**Kuva 29.** Kerrostalon sisätyövaiheen edistyminen ovia sulkemalla

Edellisen vaiheen saaminen maaliin laadukkaasti helpottaa seuraavan vaiheen tekemistä. Esimerkiksi, kun vastaanottaa runkovaiheen elementtiasennustyöt, niin korot pitää olla oikein, ontelolaatat ovat samassa tasossa ja seinät ovat suorassa. Samoin maalaus- ja tasoitustyössä on oleellista, että ei päästetä tasoitusmiestä töihin ennen kuin betonipintojen viimeistelytyöt ovat tehtynä, ja ollaan varmistettu, että ne on tehty oikein. Maalaustöitä ei aloiteta ennen kuin on varmistettu, että tasoitustyöt on tehty oikein. Valmiin työn vastaanotto on todella tärkeä asia jokaisessa työvaiheessa. Jos otetaan vastaan huono työsuoritus, niin silloin puheoikeus on menetetty. Tällöin kärsitään siitä, millainen työ on otettu vastaan.

Rakentamisen vaiheistamisessa perustukset, runko ja vesikatto muodostavat kolmen vaiheen kriittisen jatkumon, jossa jokainen vaihe pitää olla valmis ennen seuraavan aloittamista. Koko työmaan aikataulussa pysymisen kannalta nämä kolme vaihetta ovat haastattelujen mukaan ehdottoman olennaisia. Kuvan 28 pohjalta asetetuille välitavoitteille määriteltiin keskeisimmät tehtävät kyseisen tavoitteen saavuttamiselle, jotka on esitetty kuvassa 30. Jokaiselle rakennusvaiheelle saatiin määritettyä selkeä tavoite ja työtehtävät tavoitteeseen pääsemiseksi.



*Kuva 30. Kerrostalon rakentamisvaiheiden ydinkohdat*

Kerrostalarakentamisen vaiheistaminen lähtee liikkeelle jokaisen rakennusvaiheen välitavoitteiden määrittämisestä. Kun on valittu tietyt välitavoitteet, aletaan koota työvaiheita, jotka edeltävät kyseistä välitavoitetta, ja edesauttavat siihen pääsemistä. Tutkimuksen tuloksena on liitteessä B esitetty kerrostalarakentamisen vaiheistus -ohje, jonka avulla rakennushankkeen vastaava työnjohtaja voi tehdä rakennuksen yleisaikataulun. Samalla ohje auttaa hahmottamaan kokonaisuutta. Muistilista ei kuitenkaan korvaa työnjohtajan työtä, että pitää lukea suunnitelmat, ymmärtää, mitä suunnitelmassa on, pyytää niihin tarvittaessa täydennyksiä ja lopuksi valvoa, että suunnitelmat toteutuvat työmaalla.

## 7. YHTEENVETO

### 7.1 Tutkimuksen tarkastelu

Tutkimus jakautui kahteen osaan, jossa ensimmäisen osan muodosti kirjallisuustutkimus ja toisen osan kvalitatiivinen haastattelututkimus. Molempien osien tavoitteena oli selvittää rakentamisen aloitusvaiheen toimenpiteitä sekä rakentamisen vaiheistamista tuotannonohjaamisen parantamiseksi.

Haastattelututkimuksen avulla saatiin muodostettua konkreettinen näkemys rakentamisen valmistelusta, koska haastateltavina oli kohdeyrityksen vastaavia työnjohtajia, jotka tekevät aloitusvaiheen toimenpiteitä omissa projekteissaan. Näkemystä pyrittiin lisäämään haastatteleamalla kohdeyrityksen projektipäälliköitä, jotka vastaavat suunnitelmien ja hankintojen yhteensovittamisesta ja aikataulutuksesta. Haastatteluista olisi voitu tehdä myös muiden rakennusliikkeiden henkilöstölle, mutta kohdeyritykselle tehtyjen haastattelujen kautta saadut tiedot ja kokemukset rakentamisen aloitusvaiheeseen katsottiin riittävän kattavaksi.

Kohdeyritys tekee omaperusteista asuntotuotantoa, jossa tekemiselle on luotu selkeä projektimalli, jota halutaan toteuttaa ja kehittää. Kerrostalorakentamisen vaiheistukseen liittyen ei koettu tarpeelliseksi haastatella henkilöitä kohdeyrityksen ulkopuolelta, vaan tutkimuksessa haluttiin korostaa ja koota kohdeyrityksen sisällä eri projekteissa hyväksi havaittuja käytäntöjä ja jalostaa niitä käytettäväksi muille työmaille.

### 7.2 Tulosten tarkastelu

Tutkimuksen tuloksista voidaan huomata, että viranomaiset säätelevät rakentamista ja viranomaisvaatimukset hallitsevat rakennushankkeen aloitusvaiheen toimenpiteitä. Viranomaisvaatimukset perustuvat Maankäyttö- ja rakennuslakiin, ja ne ovat hyödyllisiä rakentamisen turvallisuuden ja lopputuotteen laadun kannalta. Tuloksista voidaan myös todeta, että rakennustyömaan aloittaminen koostuu useista eri toimenpiteistä.

Rakennushankkeen aloittamisen perustana omaperusteisessa asuntotuotannossa on asuntojen myyntitilanne. Rakennushanke on kannattavaa aloittaa vasta, kun asuntoja on myyty riittävästi, jotta rakentaminen on taloudellisesti toteutettavissa. Rakennusvalvonnassa järjestettävässä rakentamisen aloituskokouksessa on tärkeintä, että vastaava työnjohtaja tuntee rakennettavan kohteen riittävän tarkasti. Vastaavan työnjohtajan täytyy tuntea rakenteet, ja hänellä tulee olla tiedossa rakennuslupa-asiakirjojen lausunnot, jotta rakennusvalvonta vakuuttuu kohteen turvallisesta ja laadukkaasta rakentamisesta.



Rakentamisen aloitusvaiheeseen liittyvät viranomaisten vaatimat toimenpiteet ja asiakirjat ovat tutkimuksen tulosten mukaan hyödyllisiä ja rakennushanketta edistäviä toimenpiteitä. Rakennuskohteesta riippuen on syytä harkita, mitkä asiakirjat ja toimenpiteet ovat kyseisessä kohteessa olennaisia, ettei vastaava työnjohtaja vaan täyttele lappuja, eikä perehdy niiden sisältöön tarkemmin. Ennakoimalla saa tarvittavan ajan toimenpiteiden ja asiakirjojen tekemiseen ja perehtymiseen.

Rakentamisen vaiheistamisen ja kerrostalorakentamisen ydinkohtien määrittäminen toi julki tutkimuksen teoriana olleen lean-rakentamisen, kun se saatiin johdettua käytäntöön käännetyin vaihe aikataulun (KVA) muodossa. Käännetyin vaihe aikataulun ideana on valita välitavoitteita, jonka jälkeen määritetään tehtäviä ja työsuoritteita, joiden avulla kyseiseen välitavoitteeseen päästään. Näiden määrittelyjen avulla saadaan työtehtävät järkevään järjestykseen, jossa riippuvuudet eri työtehtävien välillä on huomioitu.

Rakentamisen vaiheistamisen tai osittelun katsotaan parantavan projektin hallintaa ja ohjaamista. Resurssien oikealla kohdistamisella hankkeella on mahdollisuus saavuttaa suunniteltu tavoite. Tämä korostuu varsinkin hankkeen alkuvaiheessa, jolloin määritellään rakennusvaiheet. Rakennusprojekti on menestyksenkäs, kun se suunnitellaan ja toteutetaan huolellisesti käyttäen vakiintuneita tekniikoita. Rakentamiskäytännön määrittelyssä on pyrkimys löytää vakiintuneet tekniikat, jolloin hankkeita pystytään toteuttamaan järjestelmällisesti.

Kirjallisuustutkimusta tehdessä ei rakentamisen aloitusvaiheeseen löytynyt nykyisiä säännöksiä palvelevaa asialistaa, jossa olisi esitettyä toimenpiteet rakennustyömaan aloitusvaiheeseen. Tutkimuksessa koottu muistilista on tämänhetkisten säännösten mukainen, ja sen avulla voidaan varmistua, että vaaditut aloitusvaiheen toimenpiteet tulee suoritettua. Muistilistaa ei koettu tarpeelliseksi aikatauluttaa, sillä monet listatuista toimenpiteistä muodostuvat tietyistä prosesseista, joiden ajankohdat ja kestot voivat vaihdella rakennuskohteesta ja -alueesta riippuen.

Diplomityön tuotokset voivat toimia vastaavan työnjohtajan lisätyökaluina työmaata valmistellessa ja aikataulua suunnitellessa. Lisätyökaluista ei kuitenkaan ole hyötyä, jos niiden toteuttamisen seuranta ja valvonta eivät ole riittävällä tasolla. Seurannan ja valvonnan kautta saadaan tietoa työkalujen toimivuudesta, jolloin niitä voidaan päivittää vastaamaan tiettyä kohdetta, tai jos rakentamissäädökset muuttuvat.

### 7.3 Jatkotutkimusehdotukset

Diplomityössä tutkitun kerrostalorakentamisen vaiheistuksen kautta nousi esille lean-rakentamisen sovellukset käännetyin vaihe aikataulun muodossa. Kohdeyritys voisi jatkossa syventyä käännetyin vaihe aikataulun käyttöön myös suunnitteluajankäytön laadittaessa. Tutkimuksessa voitaisiin järjestää tilaisuuksia, jossa olisivat paikalla kohdeyrityksen

edustaja, arkkitehti, rakennesuunnittelija, LVI-suunnittelija ja sähkösuunnittelija. Tilaisuuksista kerättäisiin tiedot suunnitteluajataulun järkevään toteutusmalliin.

Diplomityön tutkimuksen osana ollut haastattelututkimus nostatti muutamia jatkotutkimustoimenpiteitä kohdeyritykselle. Rakentamisen viranomaisvaatimuksena on käyttö- ja huoltokirjan kokoaminen. Rakennuksen käyttö- ja huoltokirja kootaan kohdeyrityksessä sähköiseksi asiakirjaksi, ja se luovutetaan asunnonomistajan, taloyhtiön, isännöitsijän ja kiinteistöhuollon käyttöön. Käyttö- ja huoltokirjaan koottavia asioita ovat materiaalien kelpoisuustodistukset, tarkat materiaalitiedot sekä käyttö- ja huolto-ohjeet työmaalla käytetyistä materiaaleista. Haastatteluiden perusteella voisi olla tarvetta tarkemmalle rakennuksen huolto-ohjelmalle, joka tulisi taloyhtiön ja kiinteistöhuollon käyttöön. Huolto-ohjelmasta kävisi ilmi rakennuksen elinkaaren aikaiset vuosittaiset huoltotoimenpiteet.

## LÄHTEET

AlSehaimi, A., Tzortzopoulos Fazenda, P. & Koskela, L. (2014). Improving construction management practice with the Last Planner System: a case study. *Engineering, Construction and Architectural Management*, Vol. 21 Issue: 1, pp.51-64. Saatavissa: (Viitattu: 23.7.2018) <https://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/ECAM-03-2012-0032>

Arditi, D. & Murat Gunaydin, H. (1997). Total quality management in the construction process. *International Journal of Project Management* Vol. 15, No. 4, pp. 235-243, Illinois Institute of Technology, Department of Civil and Architectural Engineering, Chicago, USA.

Aziz, R.F. & Hafez, S.M. (2013). Applying lean thinking in construction and performance improvement, *Alexandria Engineering Journal* (2013) 52, 679–695, Structural Engineering Department, Faculty of Engineering, Alexandria University, Egypt.

Fernandez, J., Porwal, V., Lavy, S., Shafaat, A., Rybkowski, K., Son, K. & Lagoo, N. (2013). Survey of Motivations, Benefits, and Implementation Challenges of Last Planner System. *Journal of Construction Engineering and Management* 139, Texas A&M University.

Hirsjärvi, S. & Hurme, H. (2006). Tutkimushaastattelu, Teemahaastattelun teoria ja käytäntö. Helsinki.

Huhdanpää, A. (2014). Rivitalotyömaan tarkastusasiakirjan kehittäminen. Diplomityö. Tampere. Tampereen teknillinen yliopisto. Rakennustekniikan laitos.

Junnonen, J-M. (2010). Talonrakennushankkeen tuotannonhallinta, Suomen Rakennusmedia Oy, Helsinki.

Kankainen, J. & Junnonen, J-M. (2000). Rakennuttaminen, Rakennustieto Oy, Helsinki.

Kankainen, J. & Junnonen, J-M. (2001). Laatuajattelu ja rakennustyömaan laatutoiminnot. Rakennustieto Oy, Helsinki.

Kankainen, J. & Kolhonen, R. (2001). Rakennuttajan toimenpiteet urakan ajallisessa ohjauksessa. Rakentajain kalenteri 2002. Rakennusmestarit ja insinöörit AMK RKL ry & Rakennustietosäätiö RTS, Helsinki.

Kankainen, J. & Pekkanen, J. (2005). Rakennusprojektin johtaminen. Rakentajan kalenteri 2006. Rakennusmestarit ja insinöörit AMK RKL ry & Rakennustietosäätiö RTS, Hämeenlinna.

Kiviniemi, M. (2001). Asuntotuotannon laadunvarmistus. Asuntokiinteistö- ja rakennuttajaliitto ASRA & Rakennusteollisuuden Keskusliitto RTK, Helsinki. Saatavilla: (Viitattu 24.7.2018) <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK010202.pdf>

Koskela, L. & Koskenvesa, A. (2003a). Last Planner - toimiva tuotannonohjaus työmaalla.

Koskela, L. & Koskenvesa, A. (2003b). Last Planner -tuotannonohjaus rakennustyömaalla [Last Planner production control on construction sites]. VTT Tiedotteita - Research Notes 2197, Espoo.

Koskenvesa, A., Sahlstedt, S., Lindberg, R., Kivimäki, C., Koistinen, L., Palolahti, T. & Lahtinen, M. (2014). Toimiva työmaa – hyvät käytännöt. Mittaviiva Oy, Talonrakennusteollisuus ry, Helsinki.

Koskenvesa, A., Sahlstedt, S., Mäki, T., Kivimäki, C., Lahtinen, M., Junnonen, J-M. & Viita, J. (2015). Laadukasta rakentamista – työmaan hyviä käytäntöjä. Talonrakennusteollisuus ry, Helsinki.

Lappalainen, J., Sauni, S. & Piispanen, P. (2003). Rakennustyön turvallisuusjohtamisen hyviä käytäntöjä. Sosiaali- ja terveysministeriö, Työterveyslaitos, Rakennusteollisuuden Kustannus RTK Oy, Helsinki.

Lean Construction Institute. (2018). Mitä on lean-rakentaminen? Saatavissa: (Viitattu: 23.7.2018) <http://lci.fi/mita-on-lean-rakentaminen/>

Li, H., Chan, N., Huang, T., Guo, H.L., Lu, W. & Skitmore, M. (2009). Optimizing construction planning schedules by virtual prototyping enabled resource analysis, Automation in Construction, Vol. 18(7), s. 912-918. Saatavissa: (Viitattu: 20.7.2018) <https://eprints.qut.edu.au/29465/1/29465.pdf>

Lindell, M. (2007). Kasvuyritys, Yrityksen kasvu ja johtamisen haasteet. Toimittanut Laukkanen Mauri, Karisto Oy, Helsinki.

Maankäyttö- ja rakennusasetus 10.9.1999/895 (1999).

Maankäyttö- ja rakennuslaki 5.2.1999/132 (1999).

Maankäyttö- ja rakennuslaki 17.1.2014/41 (2014).

Mäki, T. (2000). Tehtäväsuunnittelu työmaan johtamisen välineenä. Mittaviiva Oy. Saatavissa: (Viitattu 24.7.2018) <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK020503.pdf>

Peltonen, T. & Kiiras, J. (1998). Rakennuttajan riskit eri urakkamuodoissa, Rakennustieto Oy, Helsinki.

Rakennusteollisuus RT ry. (2018). Työturvallisuuden edistäminen rakennusosalalla. Saatavissa: (Viitattu 24.8.2018) <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Tyoturvallisuus/>

Rakennusteollisuus RT ry. (2015). Tavoitteena nolla tapaturmaa rakennusteollisuudessa 2020, Rakennusteollisuus RT ry:n kannanotto. Helsinki.

Rantanen, E., Mäkelä, T. & Sauni, S. (2006). Rakennuttajan tehtävät ja hyvät käytännöt rakennushankkeen turvallisuuden varmistamisessa. Suomen toimitila- ja rakennuttajaliitto RAKLI ry, Helsinki.

Ratu KI-6020. (2010). Rakentamisen tuotantotekniikka. Talonrakennusteollisuus ry, Rakennustietosäätiö RTS, Helsinki.

Ratu KI-6021. (2013). Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. Rakennustieto Oy. Helsinki.

Ratu KI-6028. (2015). Aikataulukirja 2016. Talonrakennusteollisuus ry, Rakennustietosäätiö RTS, Helsinki.

Ratu KI-6029. (2016). Rakennustöiden laatu 2017. Talonrakennusteollisuus ry, Rakennustietosäätiö RTS sr, Helsinki.

Ratu KI-6030. (2015). Rakennushankkeen työturvallisuus. Talonrakennusteollisuus ry, Rakennustietosäätiö RTS, Helsinki.

Ratu KI-6031. (2017). Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. Rakennustieto Oy. Helsinki.

Ratu S-1228. (2010). Rakentamisen tehtäväsuunnittelu. Ohje aliurakan ja työkaupan hallintaan. Talonrakennusteollisuus ry, Rakennustietosäätiö RTS, Helsinki.

Ratu S-1229. (2011). Rakennustyömaan projektisuunnitelma. Rakennustietosäätiö RTS, Helsinki.

RT 10-11224. (2016). Talonrakennushankkeen kulku. Rakennushankkeen osapuolet. Rakennustietosäätiö RTS, Helsinki.

RT 10-11225. (2016). Talonrakennushankkeen kulku. Rakennushankkeen kesto ja aikataulut. Rakennustietosäätiö RTS, Helsinki.

Rämä, M. (2000). Rakennustyön aloituskokous. Rakentajain kalenteri 2001. Rakennusmestarit ja insinöörit AMK RKL ry & Rakennustietosäätiö RTS, Helsinki.

Seppänen, O., Ballard, G. & Pesonen, S. (2010). The Combination of Last Planner System and Location-Based Management System Lean Construction Journal 1. Saatavissa: (Viitattu: 23.7.2018) [https://www.researchgate.net/publication/228417459\\_The\\_Combination\\_of\\_Last\\_Planner\\_System\\_and\\_Location-Based\\_Management\\_System](https://www.researchgate.net/publication/228417459_The_Combination_of_Last_Planner_System_and_Location-Based_Management_System)

Siikanen, P. (2004). Asuntotuotannon laadunvarmistus. Rakennustieto Oy. Saatavissa: (Viitattu 24.7.2018) <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK060503.pdf>

Siikanen P. & Kankainen J. (2004). Työpäällikön käsikirja, 1–9. Rakennusteollisuus RT ry, Helsinki.

Sipoon kunta (2017). Rakennusjärjestys. Sipoon kunnan kunnanvaltuusto. Saatavissa: (Viitattu 31.7.2018) [https://www.sipoo.fi/easydata/customers/sipoo/files/Rakennusvalvonta/kotisivuille/rakennusjarjestys\\_valtuuston\\_hyvaisyma.pdf](https://www.sipoo.fi/easydata/customers/sipoo/files/Rakennusvalvonta/kotisivuille/rakennusjarjestys_valtuuston_hyvaisyma.pdf)

Suomen Kuntaliitto ry. (2013). Opas rakennusjärjestyksen laatimiseen. Helsinki. Saatavilla: (Viitattu 27.8.2018) [http://shop.kunnat.net/product\\_details.php?p=2840](http://shop.kunnat.net/product_details.php?p=2840)

Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy. (2016). Työmaan aloittaminen, muistilista aloituskokouksien asialistaan. Saatavissa: (Viitattu 20.8.2018) [http://virtual.vtt.fi/virtual/proj3/ytia/lomakkeet/tyomaan\\_aloittaminen.doc](http://virtual.vtt.fi/virtual/proj3/ytia/lomakkeet/tyomaan_aloittaminen.doc)

Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738 (2002).

Ympäristöministeriö (2006). A1 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Rakentamisen valvonta ja tekninen tarkastus. Määräykset ja ohjeet 2006.

Ympäristöministeriö (2015). Ympäristöministeriön ohje rakennustyön suorituksesta ja valvonnasta, YM5/601/2015. Helsinki.

Zanen, P. & Hartmann, T. (2010). The application of construction project management tools and overview of tools for managing and controlling construction projects, University of Twente, Twente. Saatavissa: (Viitattu: 20.7.2018) <https://www.utwente.nl/en/et/visico/archive/publications/WP/WP3.pdf>

## LIITE A: ALOITUSVAIHEEN MUISTILISTA



### Muistilista rakennustyömaan aloitusvaiheeseen

	HUOMIOITAVA ASIA	VASTUU HENKILÖ	LISÄTIETOJA / HUOMAUTUKSIA	OK
YLEISTÄ	Rakennuslupa (lainvoimainen leimattu lupa)			
	Rakennustyön ennakoilmoitus aluehallintovirastoon			
	Naapurien tiedottaminen (melu)			
	Rakennustyön tarkastusasiakirja			
	Aloituskokous			
	Suunnitelmakatselmus vakuutusyhtiön kanssa			
	Rakennuttajan turvallisuusasiakirja			
VIRANOMAISASIA				
	Vastaavan työnjohtajan hyväksyttäminen		Kunnan rakennusvirasto	
	KVV- ja IV-töidenjohtajan hakemus		Kunnan rakennusvirasto	
	Katu- ja yleisen alueen käyttö lupa		Kunnan katutilavalvonta	
	Kaivulupa		21 vuorokautta ennen kaivutöiden aloittamista	
	Nestekaasun käyttö- ja säilytyslupa lämmitystä varten		Pelastuslaitos	
ILMOITUKSET JA KATSELMUKSET				
	Melu- ja värinäilmoitus		Jos melua aiheuttavat työt kestävät yli 10 päivää	
	Räjätys- ja louhintatyömaan ilmoitus		Poliisiviranomaiselle 7 päivää ennen työn aloittamista	
	Rakennuspaikan ja korkeusaseman merkintä			
	Katselmus katuosaston kanssa		Ennen ja jälkeen yleisellä alueella tapahtuvia töitä	
	Pohjakatselmukset		Kaivu- ja louhintatyön sekä paalutustyön jälkeen	
	Sijaintikatselmus		Perustustöiden jälkeen	
	Kaapeli- ja putkijohdot, johtokartta		Kunnan mittausosasto, sähköyhtiöt, teleoperaattorit	
	Projektin perustaminen omiin järjestelmiin		Tiedot vedottajalle	
TYÖMAA				
	Vesiliittymäsopimus ja liitostyöt			
	Viemäri liittymäsopimus ja liitostyöt			
	Kaukolämpösopimus ja liitostyöt			
	Sähköliittymäsopimus ja liitostyöt			
	Kuituliittymäsopimus ja liitostyöt			
	Työmaakopit		Rakennuslupa työmaakopeille	
	Ensiapuvälineet			
	Kulunvalvonta			
	Perehdytykset			
	Ilmalämpöpumppu työmaakoppeihin		Putkiurakkaan mukaan	
	Työmaakyltit ja infotaulut			
	Vartiointisopimus			
	Jätehuoltosopimus			
	Työmaasivous			
	Suunnitelmien tilaus			

## Muistilista rakennustyömaan aloitusvaiheeseen

	HUOMIOITAVA ASIA	VASTUU HENKILÖ	LISÄTIETOJA / HUOMAUTUKSIA	OK
<b>VAKUUTUKSET</b>				
	Rakennus- ja asennustyövakuutus			
	Tapaturma-vakuutus			
	Vastuu- ja varkausvakuutus			
	Louhintatyövakuutus			
<b>LOMAKKEET JA KIRJALLISUUS</b>				
	Työmaapäiväkirjat			
	Betonointipöytäkirjat			
	Työturvallisuussäädökset nähtäväksi rakennustyöpaikoille			
	Käyttöturvallisuustiedotekansio			
	Materiaalien aineistodistukset			
<b>SUUNNITELMAT</b>				
	Aluesuunnitelma			
	Elementtien asennussuunnitelma			
	Kosteudenhallintasuunnitelma			
	Laadunvarmistussuunnitelma			
	Pölynhallintasuunnitelma			
	Työturvallisuussuunnitelma			
	Putoamissuojasuunnitelma			
	Työmaan sähköistysuunnitelma			
	Logistiikkasuunnitelma			
	Louhintatyösuunnitelma			
	Räjäytyssuunnitelma			
	Melunhallintasuunnitelma			
	Talvityösuunnitelma			
	Pelastussuunnitelma			
	Tulityösuunnitelma			
	Tehdaskäyntipöytäkirja			
	Riskianalyysi			
	Kaivantosuuennitelma			
	Nestekaasun käyttö työmaalla			
	Ympäristösuunnitelma			
<b>AIKATAULUT</b>				
	Hankintasuunnitelma ja -aikataulu			
	Suunnitelmaaikaataulu			
	Yleisaikataulu			
	LVIS aikataulut			
	Perustusaikataulu			
	Runkoaikataulu			
	Sisävalmistusaikataulu			
	Viimeistelyaikataulu			
	Viikkoaikataulu			



## LIITE B: KERROSTALORAKENTAMISEN VAIHEISTUS -OHJE



### Kerrostalon rakennusvaiheet:

